Benutzerhandbuch



Risikoanalysen- und Simulations-
Add-In für Microsoft® Excel

Version 7
Juni, 2015

Palisade Corporation
798 Cascadilla Street
Ithaca, NY 14850
USA
+1-607-277-8000
+1-607-277-8001 (Fax)
http://www.palisade.com (Web-Site)
sales@palisade.com (E-Mail)

Willkommen

@RISK für Microsoft Excel

Willkommen bei @RISK, dem bahnbrechenden Softwaresystem zum Analysieren von risikointensiven geschäftlichen und technischen Situationen. Risikoanalysenmethoden werden seit langem als wertvolle Hilfsmittel beim Bewältigen von unbestimmten Situationen geschätzt. Diese Methoden sind bisher jedoch nur begrenzt eingesetzt worden, da sie nicht nur kostenaufwendig und umständlich zu benutzen, sondern auch rechnerisch aufwendig sind. Der zunehmende Einsatz von Computern, sowohl in der Geschäftswelt als auch in der Wissenschaft, bietet neuerdings jedoch die Möglichkeit, diese Methoden generell für alle Entscheidungsträger wirtschaftlich zu machen.

Diese Möglichkeit ist von @RISK (sprich „ät risk") jetzt in die Wirklichkeit umgesetzt worden. Es handelt sich bei @RISK um ein System, das die Methoden der Risikoanalyse für das dem Industriestandard entsprechenden Kalkulationstabellen-Paket Microsoft Excel brauchbar macht. Mithilfe von @RISK und Excel kann praktisch jede risikointensive Situation, ganz gleich, ob sie geschäftlicher, wissenschaftlicher oder industrieller Natur ist, modelliert werden. Bei jeder unbestimmten Entscheidung oder Analyse können Sie mit @RISK erheblich zuversichtlicher in die Zukunft schauen.

Risikoanalyse und @RISK

Traditionell gesehen, bestehen Analysen meistens aus einer Kombination von Einzelpunkt-Schätzungen der Variablen eines Modells, aus denen heraus dann ein Einzelergebnis vorhergesagt wird. Das ist auch das Standardmodell für Excel, wobei es sich um eine Kalkulationstabelle mit einer Einzelschätzung der Ergebnisse handelt. Schätzungen von Modellvariablen müssen deshalb verwendet werden, weil die tatsächlich auftretenden Werte noch nicht mit Bestimmtheit vorhergesagt werden können. Wie Sie wissen, sieht die Wirklichkeit meistens ganz anders als geplant aus. Es könnte z. B. sein, dass Sie bei einigen Schätzungen zu konservativ und bei anderen zu optimistisch gewesen sind. Zusammengenommen führen diese Schätzungsfehler oft zu einem tatsächlichen Ergebnis, das sich ganz erheblich von dem geschätzten Ergebnis unterscheidet. Mit anderen Worten, die auf Basis des „erwarteten" Ergebnisses getroffene Entscheidung könnte falsch sein und wäre wahrscheinlich nie getroffen worden, wenn Sie ein umfassenderes

Bild von den möglichen Resultaten gehabt hätten. Geschäftsentscheidungen, technische Entscheidungen, wissenschaftliche Entscheidungen … sie alle beruhen auf Schätzungen und Annahmen. Mithilfe von @RISK können Sie diese Unbestimmtheit ausdrücklich in Ihre Schätzungen mit einbeziehen, um so zu Ergebnissen zu kommen, die alle möglichen Resultate mit einbeziehen.

@RISK verwendet eine Methode, die „Simulation" genannt wird, um alle von Ihnen identifizierten Unbestimmtheiten in die modellierte Situation mit einzubeziehen. Sie sind dann nicht mehr gezwungen, all das, was Sie über eine Variable wissen, in einer einzigen Zahl zusammenzufassen. Stattdessen können Sie die gesamten Informationen, einschließlich aller möglichen Werte und die Wahrscheinlichkeit deren Auftretens, über die Variable mit berücksichtigen. @RISK verwendet alle diese Informationen, zusammen mit Ihrem Excel-Modell, um jedes mögliche Resultat zu analysieren. Sie erhalten dadurch praktisch das gleiche Ergebnis, als ob Sie Hunderte oder Tausende von „What-If"- oder „Was-wäre-wenn"-Szenarios auf einmal ausgeführt hätten! In der Tat können Sie durch @RISK die volle Reichweite dessen erkennen, was in Ihrer Situation alles passieren könnte. Es ist fast so, als ob Sie dieselbe Situation immer wieder mit durchmachen könnten, aber jedesmal unter anderen Bedingungen und folglich mit anderen Ergebnissen.

Auf den ersten Blick sieht es vielleicht so aus, als ob alle diese zusätzlichen Informationen das Treffen von Entscheidungen komplizieren könnten, aber einer der größten Vorteile der Simulation ist tatsächlich ihre Aussagekraft. @RISK generiert Ergebnisse, durch welche die zu erwartenden Risiken grafisch dargestellt werden können. Diese grafische Veranschaulichung ist leicht zu verstehen und kann auch anderen gegenüber leicht erklärt werden.

Wann sollten Sie also @RISK benutzen? Praktisch immer dann, wenn Sie eine Analyse in Excel ausführen, bei der Unbestimmtheiten zu berücksichtigen sind. Die Anwendungsmöglichkeiten im Geschäftsleben, in der Wissenschaft und der industriellen Planung sind fast grenzenlos und Sie können dazu ohne weiteres auf der Grundlage der bereits vorhandenen Excel-Modelle arbeiten. Auch können Sie @RISK sowohl als eigenständige Analyse als auch als Ergebnisgenerator für andere Analysen verwenden. Denken Sie an all die Entscheidungen und Analysen, die Sie täglich vornehmen müssen! Wenn Sie sich jemals Sorgen darüber gemacht haben, welche Auswirkung das Risiko auf die verschiedenen Situationen haben könnte, haben Sie bereits einen guten Grund, mit @RISK zu arbeiten!

Modellierfunktionen

Als „Add-In" zu Microsoft Excel kann @RISK direkt mit Excel verknüpft werden, um diesem Programm neue Risikoanalysen-Fähigkeiten hinzuzufügen. Das @RISK-System stellt die Tools zur Verfügung, die für das Konfigurieren, Ausführen und das Anzeigen der Ergebnisse von Risikoanalysen erforderlich sind. Obendrein arbeitet @RISK mit Menüs und Funktionen, die Sie aus dem Excel-Programm bereits kennen.

@RISK-Funktionen

Über @RISK können Sie unter Verwendung von Funktionen unbestimmte Zellwerte in Excel als Wahrscheinlichkeitsverteilungen definieren. Bei dieser Einstellung werden Histogramme automatisch gemäß dem Skalenbereich des Diagramms neu in Bins unterteilt, während die Neuskalierung durch Fokussieren auf Ihre Daten vorgenommen wird. Diese Funktionen können praktisch allen Zellen und Formeln in den Arbeitsblättern hinzugefügt werden und können auch Argumente (d. h. Zellbezüge und Ausdrücke) enthalten, wodurch Unbestimmtheiten dann sehr ausgeklügelt spezifiziert werden können. @RISK enthält ein grafisches Fenster, mit dessen Hilfe unbestimmten Werten die gewünschten Verteilungen zugewiesen werden können. In diesem Fenster können Sie die Verteilungen voranzeigen lassen und dann den betreffenden Formeln hinzufügen.

Wahrscheinlich-keitsverteilungen

Mithilfe der durch @RISK generierten Wahrscheinlichkeitsverteilungen können praktisch alle Arten von Unbestimmtheiten in den Zellwerten Ihrer Kalkulationstabelle spezifiziert werden. Eine Zelle, die z. B. die Verteilungsfunktion NORMAL(10;10) enthält, würde während einer Simulation Werteproben zurückgeben, die aus einer Normalverteilung (Mittelwert = 10, Standardabweichung = 10) erhoben worden sind. Verteilungsfunktionen werden nur während der Simulation aufgerufen und zeigen bei normalen Excel-Vorgängen einen Einzelzellenwert, d. h. genauso, wie das in Excel vor @RISK der Fall war.

Verteilungen können gestutzt werden, um in der Verteilung nur Werteproben innerhalb eines bestimmten Wertebereichs zu berücksichtigen. In vielen Verteilungen können auch alternative Perzentilparameter verwendet werden. Das ermöglicht Ihnen, Werte für bestimmte Perzentilpositionen einer Eingabeverteilung anstelle der üblichen Verteilungsattribute anzugeben.

@RISK-Simulations-analyse

@RISK verfügt über hochentwickelte Fähigkeiten für die Spezifizierung und Ausführung von Excel-Modellen. Es wird sowohl die Monte Carlo- als auch die Latin Hypercube-Probenerhebung unterstützt. Auch können Verteilungen von möglichen Ergebnissen für jede beliebige Zelle oder jeden beliebigen Zellbereich im Kalkulationstabellen-Modell generiert werden. Sowohl die Simulationsoptionen als auch die Auswahl der Modellausgaben werden über Windows-konforme Menüs und Dialogfelder eingegeben. Auch die Maus wird in gleicher Weise benutzt.

Grafik

In @RISK werden Grafiken mit hoher Auflösung dazu verwendet, die Ausgabeverteilungen der Simulationen bildlich darzustellen. Histogramme, Summenkurven und Summendiagramme für Zellbereiche tragen zu einer überzeugenden Darstellung der Ergebnisse bei. Außerdem können alle Diagramme zur Erweiterung bzw. zum Ausdruck in Excel angezeigt werden. Von einer einzigen Simulation kann praktisch eine unbegrenzte Anzahl von Ausgabeverteilungen erstellt werden. Auf diese Weise können sogar die größten und umfangreichsten Kalkulationstabellen analysiert werden!

Erweiterte Simulations-fähigkeiten

Die in @RISK für die Steuerung und Ausführung einer Simulation zur Verfügung stehenden Optionen gehören zu den bisher leistungsfähigsten. Sie schließen folgende Möglichkeiten mit ein:

- Probenerhebung nach der Methode **Latin Hypercube** oder **Monte Carlo**
- beliebige Anzahl von Iterationen pro Simulation
- beliebige Anzahl von Simulationen pro Analyse
- Animation der Probenerhebung und Neuberechnung der Kalkulationstabelle
- Ausgangszahleingabe für die Zufallswerterstellung
- Echtzeitergebnisse und -statistiken während der Simulation

Grafikanzeigen mit hoher Auflösung

Durch @RISK wird die Wahrscheinlichkeitsverteilung von möglichen Ergebnissen für jede ausgewählte Ausgabezelle grafisch dargestellt. Es handelt sich dabei um folgende @RISK-Grafiken:

- relative Häufigkeitsverteilungen und Summenwahrscheinlichkeitskurven
- Übersichtsdiagramme für mehrere Verteilungen quer über die Zellenbereiche (z. B. quer über eine Arbeitsblattzeile oder -spalte)
- statistische Berichte über die erstellten Verteilungen
- Auftretenswahrscheinlichkeit von Zielwerten in einer Verteilung
- Grafikexport in Form von Windows-Metadateien zu Erweiterungszwecken

Geschwindigkeit der Produktausführung

Die Geschwindigkeit der Ausführung ist von großer Wichtigkeit, da in einer Simulation äußerst viel berechnet werden muss. @RISK ist speziell für maximale Ausführungsgeschwindigkeit bei Simulationen entwickelt worden, und zwar durch Verwendung von erheblich verbesserten Probenerhebungsmethoden.

Inhaltsverzeichnis

Erste Schritte

Einführung

Info über diese Version

Diese Version von @RISK kann zusammen mit Microsoft Excel 2007 oder höher verwendet werden.

Die Betriebssystemumgebung

Dieses Benutzerhandbuch geht davon aus, dass Sie allgemein mit dem Windows-Betriebssystem und mit Excel vertraut sind. Das heißt, es wird angenommen:

- *dass Sie sich mit dem Computer und der Maus auskennen*
- *dass Ihnen Begriffe wie Symbol, Klicken, Doppelklicken, Menü, Fenster, Befehl und Objekt bekannt sind*
- *dass Sie grundlegende Konzepte wie „Verzeichnisstruktur“ und „Dateibenennung“ verstehen*

Technischer Support

Allen registrierten @RISK-Benutzern mit gültigem Wartungsplan steht unser technischer Support kostenlos zur Verfügung. @RISK-Benutzer ohne Wartungsplan können unseren technischen Support gegen Berechnung per Vorfall in Anspruch nehmen. Um sicherzustellen, dass Sie als @RISK-Benutzer registriert sind, **sollten Sie die Registrierung online über unsere Website www.palisade.com/support/register.asp** vornehmen.

Wenn Sie sich telefonisch mit uns in Verbindung setzen, sollten Sie immer die Seriennummer und das Benutzerhandbuch parat haben. Außerdem können wir Sie technisch besser unterstützen, wenn Sie vor dem Computer sitzen und arbeitsbereit sind.

Bevor Sie anrufen…

Bevor Sie unseren technischen Support anrufen, ist es angebracht, folgende Prüfliste nochmals abzuhaken:

- *Haben Sie sich die Online-Hilfe angesehen?*
- *Haben Sie in diesem Benutzerhandbuch nachgeschlagen und auch das Multimedia-Lernprogramm online durchgearbeitet?*
- *Haben Sie die Datei README.WRI gelesen? Sie enthält aktuelle @RISK-Informationen, die evtl. bei Drucklegung des Handbuchs noch nicht zur Verfügung standen.*
- *Können Sie das Problem nachvollziehen? Kann das Problem auch auf einem anderen Computer oder bei einem anderen Modell nachvollzogen werden?*

- *Haben Sie sich bereits unsere Web-Seite (**www.palisade.com**) angesehen? Sie enthält die neueste FAQ (eine durchsuchbare Datenbank mit Fragen und Antworten, welche den technischen Support betreffen) sowie @RISK-Patches (Korrekturprogramme), die unter „Technical Support" zu finden sind. Wir empfehlen Ihnen, regelmäßig unsere Web-Seite aufzusuchen, damit Sie sich laufend über die neuesten @RISK-Informationen sowie über anderweitige Palisade-Software informiert halten können.*

Kontaktieren von Palisade

Palisade Corporation ist dankbar für alle Fragen, Bemerkungen oder Vorschläge, die mit @RISK zu tun haben. Es gibt viele Möglichkeiten, sich mit unserer technischen Abteilung in Verbindung zu setzen, zum Beispiel:

- *senden Sie Ihre E-Mail an support@palisade.com*
- *rufen Sie uns unter der Nummer +1-607- 277-8000 an, und zwar montags bis freitags zwischen 9.00 und 17.00 Uhr US-Ostküstenzeit. Lassen Sie sich dabei zum „Technical Support" durchschalten*
- *faxen Sie uns unter der Nummer +1-607-277-8001.*
- *senden Sie einen Brief an:*

Technischer Support
Palisade Corporation
798 Cascadilla Street
Ithaca, NY 14850
USA

Palisade Europe ist wie folgt zu erreichen:

- *senden Sie Ihre E-Mail an support@palisade-europe.com*
- *rufen Sie unter der Telefonnummer +44 1895 425050 (GB) an.*
- *faxen Sie unter der Nummer +44 1895 425051 (GB).*
- *senden Sie einen Brief an:*

Palisade Europe
31 The Green
West Drayton
Middlesex
UB7 7PN
Großbritannien

Palisade Asia Pacific ist wie folgt zu erreichen:

- *senden Sie Ihre E-Mail an support@palisade.com.au*
- *rufen Sie unter der Telefonnummer +61 2 9252 5922 (AU) an.*
- *faxen Sie unter der Nummer +61 2 9252 2820 (AU)*
- *senden Sie einen Brief an:*

  Palisade Asia-Pacific Pty Limited
  Suite 404, Level 4
  20 Loftus Street
  Sydney NSW 2000
  Australien

Es ist wichtig, dass Sie uns bei jeder Kommunikation den Produktnamen, die genaue Version sowie die Seriennummer nennen. Sie können die Versionsnummer herausfinden, indem Sie in Excel im @RISK-Menü auf **Hilfe über** klicken.

Versionen für Studenten

Für die Studentenversion von @RISK steht kein telefonischer Support zur Verfügung. Wenn Sie bei dieser Version Hilfe benötigen, sollten Sie eine der folgenden Alternativen versuchen:

- *fragen Sie Ihren Professor bzw. Lehrbeauftragten.*
- *sehen Sie auf unserer Website (http://www.palisade.com) unter „Answers to Frequently Asked Questions“ (Antworten auf häufig gestellte Fragen) nach*
- *wenden Sie sich per E-Mail oder Fax an unsere Abteilung „Technical Support“*

Systemanforderungen für @RISK

Bei **@RISK 7 für Microsoft Excel für Windows** sind folgende Systemanforderungen zu berücksichtigen:

- *Microsoft Windows XP oder höher*
- *Microsoft Excel 2007 oder höher*

Installationsanleitung

Allgemeine Installationsanleitung

Durch das Setup-Programm werden die @RISK-Systemdateien in das Verzeichnis kopiert, das Sie auf der Festplatte angegeben haben. So wird das Setup-Programm unter Windows XP oder höher ausgeführt:

1) *Doppelklicken Sie beim Ausführen der Installations-CD auf RISK Setup.exe und folgen Sie dann den Installationsanweisungen auf dem Bildschirm.*

Falls Sie bei der Installation von @RISK auf Probleme stoßen, sollten Sie nachsehen, ob genügend Speicherplatz auf dem Laufwerk verfügbar ist, auf dem @RISK installiert werden soll. Versuchen Sie dann die Installation erneut, nachdem Sie ausreichend Speicherplatz freigemacht haben.

Deinstallieren von @RISK

Wenn Sie @RISK dagegen entfernen möchten, müssen Sie das Dienstprogramm **Software** in der Systemsteuerung verwenden und dann den Eintrag für @RISK auswählen.

DecisionTools Suite

@RISK für Excel ist Teil der „DecisionTools Suite“, die aus einer Reihe von Produkten für Risiko- und Entscheidungsanalyse besteht, wie in Anhang D beschrieben ist. Verwendung von @RISK mit anderen DecisionTools Normalerweise wird @RISK in einem Unterverzeichnis von „Programme\Palisade“ installiert. Das ist so ähnlich, wie z. B. Excel oft in einem Unterverzeichnis von „Microsoft Office“ installiert wird.

Eines der Unterverzeichnisse von „Programme\Palisade“ ist somit das @RISK-Verzeichnis, das gewöhnlich die Bezeichnung RISK7 hat. Dieses Verzeichnis enthält dann die Programmdateien sowie auch Beispielmodelle und andere zur Ausführung von @RISK erforderliche Dateien. Ein anderes Unterverzeichnis von „Programme\Palisade“ ist das Verzeichnis SYSTEM, in dem sich die Dateien befinden, die von den einzelnen Programmen der „DecisionTools Suite“ benötigt werden (einschließlich Hilfedateien und Programmbibliotheken).

Konfiguration der @RISK-Symbole oder Verknüpfungen

Erstellung der Verknüpfung in der Windows Task-Leiste

Durch das @RISK-Setup-Programm wird automatisch in der Task-Leiste ein @RISK-Befehl im Menü **Programme** erstellt. Sollten jedoch während der Installation Probleme auftreten, oder aber wenn Sie das Konfigurieren der Programmgruppe und Symbole zu einer anderen Zeit manuell vornehmen möchten, gehen Sie bitte wie folgt vor.

1) *Klicken Sie auf **Start** und zeigen Sie dann auf **Einstellungen**.*

2) *Klicken Sie auf **Task-Leiste** und anschließend auf die Registerkarte **Programme** im Menü **Start**.*

3) *Klicken Sie auf **Hinzufügen** und danach auf **Durchsuchen**.*

4) *Stellen Sie fest, wo sich die Datei RISK.EXE befindet und doppelklicken Sie dann auf diese Datei.*

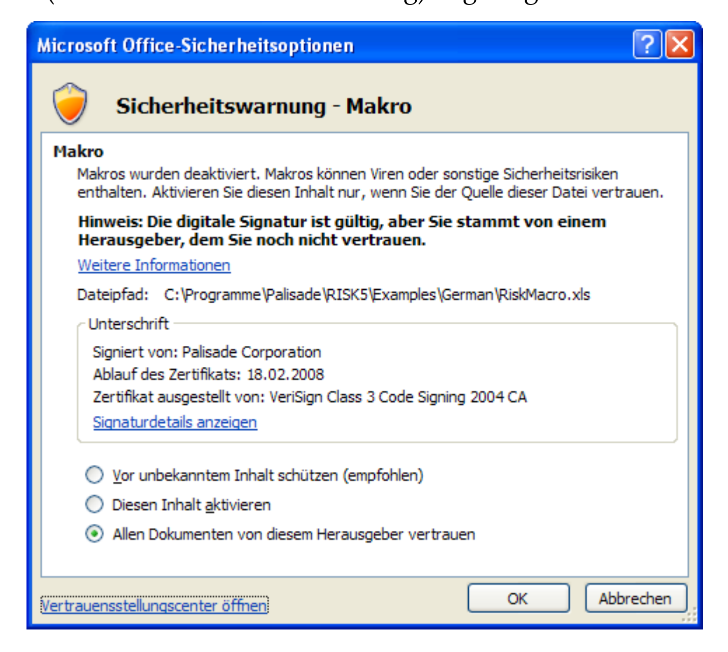
5) *Klicken Sie auf **Weiter** und doppelklicken Sie anschließend auf das Menü, in dem das Programm erscheinen soll.*

6) Geben Sie den Namen „@RISK“ ein und klicken Sie schließlich auf **Beenden**.

Warnmeldung hinsichtlich bösartiger Makros bei Systemstart

In Microsoft Office können mehrere Sicherheitseinstellungen vorgenommen werden, um zu verhindern, dass unerwünschte oder bösartige Makros in MS Office-Anwendungen ausgeführt werden. Falls Sie nicht die niedrigste Sicherheitsstufe eingestellt haben und versuchen, eine Datei zu laden, die Makros enthält, wird eine Warnmeldung angezeigt. Um diese Meldung bei Ausführung von Add-Ins von Palisade zu vermeiden, sind unsere Add-In-Dateien mit einer digitalen Kennzeichnung versehen. Sobald Sie daher **Palisade Corporation** als vertrauenswürdige Quelle angeben, können Sie jedes Add-In von Palisade öffnen, ohne dass die Warnmeldung erscheint. Vorgehensweise:

- Wählen Sie beim Start von @RISK **Allen Dokumenten von diesem Herausgeber vertrauen,** sobald die Warnmeldung (siehe nachstehende Abbildung) angezeigt wird.



Aktivierung der Software

Bei der Aktivierung handelt es sich um einen einmaligen Lizenzprüfprozess, der erforderlich ist, um die Palisade-Software als vollkommen lizenziertes Produkt ausführen zu können. Die **Aktivierungs-ID** befindet sich auf der an Sie geschickten Rechnung und sieht so ähnlich wie z. B. „DNA-6438907-651282-CDM“ aus. Wenn Sie diese Aktivierungs-ID während der Installation eingeben, ist die Software bereits bei Beendung des Installationsvorgangs aktiviert und daher keine weitere Aktivierung durch Sie erforderlich. Falls Sie die Software erst irgendwann nach der Installation aktivieren möchten, müssen Sie im Hilfemenü den Befehl **Lizenzmanager** wählen.

Mithilfe des Lizenzmanagers können Software-Lizenzen aktiviert, deaktiviert und auch auf einen anderen Computer verlegt werden. Ebenfalls kann der Lizenzmanager zum Verwalten von Lizenzen für Netzwerkinstallationen verwendet werden. Folgen Sie im Lizenzmanager dann den entsprechenden Anweisungen und Dialogen, um den gewünschten Lizenzierungsvorgang auszuführen.

Schnellstart

Online-Videos

In den verfügbaren Online-Videos werden Sie schrittweise durch Beispielmodelle geführt, und zwar im Filmformat. Diese Lernprogramme sind Multimedia-Präsentationen, in denen die hauptsächlichen @RISK-Funktionen behandelt werden.

Videos können über den @RISK-Befehl **Videos** ausgewählt und ausgeführt werden.

Start ohne Lernprogramm

Wenn Sie in Eile sind oder sich ohne Lernprogramm einarbeiten möchten, gehen Sie bitte wie folgt vor.

Folgen Sie nach Installation von @RISK (*siehe* vorstehende Installationsanleitung) diesen Schritten:

1) *Wählen Sie in Windows **Start > Programme > Palisade DecisionTools** und klicken Sie dann auf das @RISK-Symbol. Falls die Sicherheitswarnmeldung angezeigt wird, befolgen Sie bitte die in diesem Kapitel im Abschnitt „Einstellen von Palisade als vertrauenswürdige Quelle" gegebenen Anweisungen.*
2) *Verwenden Sie in der @RISK-Hilfe den Befehl **Beispiele für Kalkulationstabellen**, um die Beispieltabelle **Basic Business 1-Basic @RISK Model.XLS**. zu öffnen.*
3) *Klicken Sie in der @RISK-Symbolleiste (d.h., in der Symbolleiste mit dem roten und blauen Pfeil) auf das Symbol für **Modellfenster**. Daraufhin wird die Liste mit den Eingaben und Ausgaben angezeigt, in der die im Arbeitsblatt **Basic Business 1** befindlichen Verteilungsfunktionen aufgelistet sind, und zwar zusammen mit der Ausgabezelle C7 (Profit).*
4) *Klicken Sie auf das Symbol **Simulieren**, d.h. auf das Symbol mit der roten Verteilungskurve. Damit haben Sie jetzt eine Risikoanalyse auf Basis des gegenwärtigen Profits im Arbeitsblatt **Basic Business 1** gestartet. Die Simulationsanalyse läuft bereits. Während der Simulationsausführung wird ein Diagramm der Ausgabezelle angezeigt.*

Für alle Analysen gilt Folgendes: Wenn @RISK die Vorgänge während der Simulation „animieren“ soll, müssen Sie in der @RISK-Symbolleiste auf das Symbol für **Demo-Modus** klicken. @RISK veranschaulicht dann, wie die Kalkulationstabelle von Iteration zu Iteration geändert wird und wie dabei die Ergebnisse generiert werden.

Schnellstart mit den eigenen Kalkulationstabellen

Sie können sich am besten auf die Verwendung von @RISK in den Kalkulationstabellen vorbereiten, wenn Sie das @RISK-Online-Lernprogramm ausführen und das @RISK-Referenzhandbuch durchlesen. Wenn Sie jedoch dazu im Augenblick keine Zeit haben oder meinen, dass Sie das Lernprogramm nicht benötigen, können Sie folgende Schnellstart-Schritte vornehmen:

1) *Wählen Sie in Windows **Start > Programme > Palisade DecisionTools** und klicken Sie dann auf das @RISK-Symbol.*
2) *Verwenden Sie nötigenfalls in Excel den Befehl **Öffnen**, um die Kalkulationstabelle zu öffnen.*
3) *Sehen Sie sich die Kalkulationstabelle genau an und stellen Sie fest, wo sich die Zellen mit unbestimmten Voraussetzungen oder Eingaben befinden. In diesen Zellen müssen Sie die Werte durch @RISK-Verteilungsfunktionen ersetzen.*
4) *Geben Sie für die unbestimmten Eingaben Verteilungsfunktionen ein, die den Bereich der möglichen Werte und die Wahrscheinlichkeit deren Auftretens wiedergeben. Beginnen Sie mit den einfachen Verteilungstypen, wie z.B. UNIFORM, welcher nur einen möglichen Minimal- und Maximalwert erfordert, oder TRIANG, welcher lediglich den möglichen Minimal-, Höchstwahrscheinlichkeits- und Maximalwert erfordert.*
5) *Nachdem Sie die Verteilungen eingegeben haben, müssen Sie dann die Kalkulationstabellenzelle oder -zellen auswählen, für die Sie die Simulationsergebnisse ausarbeiten möchten, und anschließend in der @RISK-Symbolleiste auf das Symbol für **Ausgabe hinzufügen** klicken, d.h. auf das Symbol mit dem roten Einzelpfeil.*

So wird eine Simulation ausgeführt:

- *Klicken Sie in der @RISK-Symbolleiste auf das Symbol für **Simulation starten**, d.h. auf das Symbol mit der roten Verteilungskurve. Daraufhin wird eine Simulation der Kalkulationstabelle ausgeführt und werden anschließend die Ergebnisse angezeigt.*

Verwendung von @RISK 7-Kalkulationstabellen in @RISK 3.5 oder früheren Versionen

@RISK 7-Kalkulationstabellen können nur dann in vorhergehenden @RISK-Versionen Verwendung finden, wenn die einfachen Formen der Verteilungsfunktionen benutzt werden. Bei diesem einfachen Verteilungsfunktionsformat können nur die erforderlichen (nicht die optionalen) Verteilungsparameter verwendet werden. Auch können keine neuen @RISK 5- oder 6-Verteilungseigenschaftsfunktionen hinzugefügt werden. Ferner ist bei Simulationen in @RISK 3.5 zu beachten, dass die *RISKOutput*-Funktionen entfernt und dann die Ausgaben neu ausgewählt werden müssen.

Verwendung von @RISK 7-Kalkulationstabellen in @RISK 4.0

Kalkulationstabellen aus @RISK 7 können zwar direkt in @RISK 4,0 verwendet werden, aber dabei ist Folgendes zu berücksichtigen:

- **Alternativparameter-Funktionen**, wie z.B. *RiskNormalAlt*, können nicht benutzt werden und verursachen entsprechende Fehlermeldungen.
- **Kumulativ absteigende Funktionen**, wie z.B. *RiskCumulID*, können ebenfalls nicht benutzt werden, da auch diese Fehler verursachen.
- **Verteilungseigenschaftsfunktionen,** die sich auf @RISK 5 und 6 beziehen (wie z. B. *RiskUnits*), werden in @RISK 4.0 einfach ignoriert.
- **Statistikfunktionen,** die mit @RISK 5 und 6 zu tun haben (wie z. B. *RiskTheoMean*), werden in @RISK 4.0 den Wert #NAME? zurückgeben.
- **Durch andere neue @RISK 5- und 6-spezifische Funktionen**, wie beispielsweise *RiskCompound*, *RiskSixSigma*-Statistikfunktionen und *RiskConvergenceLevel*, sowie durch Zusatzfunktionen, wie z. B. *RiskStopRun*, wird in @RISK 4.0 lediglich #NAME? zurückgegeben.

Verwendung von @RISK 7-Kalkulationstabellen in @RISK 4.5

Kalkulationstabellen aus @RISK 7 können zwar direkt in @RISK 4.5 verwendet werden, aber dabei ist Folgendes zu berücksichtigen:

- **Verteilungseigenschaftsfunktionen,** die sich auf @RISK 5 und 6 beziehen (wie z. B. *RiskUnits*), werden in @RISK 4.5 einfach ignoriert. Funktionen, die solche Funktionen enthalten, ergeben jedoch ordnungsgemäße Werteproben.
- **Statistikfunktionen,** die mit @RISK 5 und 6 zu tun haben (wie z. B. *RiskTheoMean*), werden in @RISK 4.5 den Wert #NAME? zurückgeben.
- **Durch andere neue @RISK 5- und 6-spezifische Funktionen**, wie beispielsweise *RiskCompound*, *RiskSixSigma*-Statistikfunktionen und *RiskConvergenceLevel*, sowie durch Zusatzfunktionen, wie z. B. *RiskStopRun*, wird in @RISK 4.5 lediglich #NAME? zurückgegeben.

Verwendung von @RISK 7-Kalkulationstabellen in @RISK 5

Kalkulationstabellen aus @RISK 7 können zwar direkt in @RISK 5 verwendet werden, aber dabei ist Folgendes zu berücksichtigen:

- **Durch die @RISK 5.5- und 6-spezifische Verteilungseigenschaftsfunktion *RiskIsDate*** wird in @RISK 5 der Wert #NAME? zurückgegeben.
- **Weitere neue die Version @RISK 7 betreffende Funktionen,** wie z. B. *RiskExtremeValMin, RiskF, RiskLevy* und andere geben in RISK 5 ebenfalls den Wert #NAME? zurück.

Übersicht über die Risikoanalyse

Einführung

Durch @RISK erhält Microsoft Excel erweiterte Modellier- und Risikoanalysenfähigkeiten. Sie werden sich vielleicht fragen, ob Ihre Arbeit als Modellieren angesehen werden kann oder sich überhaupt für eine Risikoanalyse eignet. Die Faustregel ist: Wenn Sie Daten verwenden, um Probleme zu lösen, wenn Sie mit Prognosen arbeiten, Strategien entwickeln oder überhaupt Entscheidungen treffen, ist auf jeden Fall die Überlegung angebracht, ob sich die Arbeit nicht durch die Risikoanalyse erleichtern lässt.

„Modellierung" ist eine viel gebrauchte Redewendung, unter der man gewöhnlich irgendeine Aktivität versteht, durch die versucht wird, eine reale Situation darzustellen, damit diese dann analysiert werden kann. Die Darstellung bzw. das Modell kann zum Untersuchen der Situation verwendet werden und dadurch evtl. dazu beitragen, dass Sie die Zukunft besser verstehen können. Wenn Sie schon mal „Was wäre, wenn…" mit einem Projekt gespielt haben, (indem Sie die Werte verschiedener Einträge geändert haben), dann haben Sie bereits ein Gefühl dafür, wie sehr eine Modelliersituation durch den Unbestimmtheitsfaktor beeinflusst werden kann.

Wenn Sie also mit Analysen und Modellen arbeiten, wird früher oder später die Frage aufkommen, was eigentlich erforderlich ist, um in diesen Analysen und Modellen das Risiko voll zu berücksichtigen. Diese Frage soll in der folgenden Erörterung beantwortet werden, Aber nur keine Angst, Sie brauchen kein Experte in Fragen der Statistik oder Entscheidungstheorie zu sein, um risikointensive Situationen analysieren zu können, und Sie brauchen bestimmt keine überdurchschnittliche Fachkenntnis haben, um @RISK anwenden zu können! Natürlich kann nicht alles auf ein paar Seiten erklärt werden, aber wir werden Ihnen auf diese Weise auf jeden Fall erste Schritte mit dem Programm ermöglichen. Sobald Sie dann erst einmal mit @RISK arbeiten, werden Sie sich automatisch die nötigen Sachkenntnisse aneignen, die man sowieso kaum aus Büchern erlernen kann.

Ein anderer Zweck dieses Kapitels ist, Ihnen eine Übersicht darüber zu geben, wie @RISK bei der Ausführung von Analysen mit der Kalkulationstabelle zusammenarbeitet. Wie bereits erwähnt, ist es nicht nötig, die Funktionsweise von @RISK genau zu kennen, um mit dem Programm erfolgreich arbeiten zu können, aber ein paar Erklärungen sind sicherlich praktisch und auch interessant. In diesem Kapitel wird daher Folgendes erörtert:

- *was ein Risiko ist und wie es quantitativ bewertet werden kann*
- *was die Eigenart der Risikoanalyse und der in @RISK verwendeten Methoden ist*
- *wie eine Simulation ausgeführt wird*
- *wie die @RISK-Ergebnisse ausgewertet werden können*
- *was durch eine Risikoanalyse erreicht bzw. nicht erreicht werden kann*

Was ist ein Risiko?

Jeder weiß, dass der Glücksspieler beim Würfeln, der Ölmann bei der Pionierbohrung oder der Seiltänzer beim ersten Schritt aufs Seil ein gewisses Risiko eingeht. Abgesehen von diesen simplen Vergleichen hat das Konzept des Risikos aber ganz allgemein mit der Vergegenwärtigung zu tun, dass die Zukunft leider unbestimmt ist, d. h. dass wir in Bezug auf eine heute begonnene Aktion nicht in die Zukunft blicken können. Risiko bedeutet somit schlichtweg, dass eine bestimmte Handlungsweise mehr als nur ein mögliches Ergebnis zeitigen kann.

In diesem einfachen Sinne ist natürlich jede Handlung irgendwie „riskant", angefangen von der Straßenüberquerung bis hin zum Bau eines Staudamms. Der Begriff „Risiko" wird jedoch meistens nur auf Situationen angewandt, bei denen die Folgen einer gewissen Handlungsweise irgendwie von Wichtigkeit sein können. Gewöhnliche Handlungen, wie z. B. das Überqueren der Straße, sind meistens nicht sehr risikointensiv, während der Bau eines Staudamms ein erhebliches Risiko in sich bergen kann. Irgendwo zwischen diesen beiden Extremen liegt die Grenze zwischen „nicht riskant" und „riskant". Der Unterschied zwischen den beiden, obwohl nicht klar umrissen, ist sehr wichtig. Wenn Sie nämlich eine Situation als riskant ansehen, wird das Risiko zu einem Kriterium bei der Entscheidung, welcher Weg einzuschlagen ist. An diesem Punkt ist dann irgendeine Form von Risikoanalyse angebracht.

Charakteristische Merkmale eines Risikos

Das Konzept des Risikos hat seinen Ursprung in unserer Unfähigkeit, in die Zukunft sehen zu können, und weist auf einen gewissen Grad der Unbestimmtheit hin, der unsere Aufmerksamkeit erfordert. Diese etwas vage Definition kann aber durch das Herausstellen mehrerer markanter Risikomerkmale klarer umrissen werden.

Als erstes ist zu bedenken, dass ein Risiko objektiv oder subjektiv sein kann. Beim Hochwerfen einer Münze ist das Risiko z. B. objektiv, da die Chancen (ob die Zahl oder Wappen nach oben zu liegen kommt) bekannt sind. Obwohl das Ergebnis unbestimmt ist, kann ein objektives Risiko auf Basis der Theorie, des Experiments oder anhand des gesunden Menschenverstandes genau beschrieben werden. Alle stimmen mit der Beschreibung eines objektiven Risikos überein. Wenn Sie dagegen die Chancen beschreiben müssten, dass es nächsten Donnerstag regnet, wäre die Situation nicht mehr so klar, da es sich hier um ein subjektives Risiko handelt.

Anhand der gleichen Informationen, wie z. B. Theorie, Computer usw., könnte in diesem Fall der Meteorologe A die Regenchancen evtl. auf 30%, der Meteorologe B sie aber auf 65% einschätzen. Man kann dabei nicht sagen, dass der eine recht und der andere unrecht hat. Die Beschreibung eines subjektiven Risikos ist nämlich erweiterbar in dem Sinne, dass die Auswertung jederzeit durch neue Informationen, weitere Untersuchungen oder durch Einbeziehung der Meinung anderer verbessert oder modifiziert werden kann. Die meisten Risiken sind subjektiv und das hat wichtige Implikationen für alle, die auf Basis einer Risikoanalyse Risiken analysieren oder Entscheidungen treffen müssen.

Zweitens liegt die Entscheidung, ob etwas riskant ist, selbst für objektive Risiken im persönlichen Erachten. Nehmen wir beispielsweise einmal den Fall, wo beim Hochwerfen einer Münze ein Euro gewonnen oder verloren werden kann. Dieses Risiko wäre für die meisten Leute nicht besonders wichtig. Wenn es dagegen um einen Gewinn oder Verlust von Euro 100 000 gehen würde, wäre das für die meisten bestimmt sehr riskant. Aber auch bei dieser Situation würde es noch einige reiche Leute geben, für welche die möglichen Folgen dieser Wette nicht von Bedeutung sind.

Drittens haben wir bei riskanten Handlungen, d. h. bei Risiken, oft die Wahl, sie entweder zu akzeptieren oder zu vermeiden. Jeder Mensch hat seine eigene „Risikoschwelle". Zwei Geschäftsleute gleichen Einkommens könnten z. B. sehr unterschiedlich auf die oben beschriebene Wette über Euro 100 000 reagieren, d. h. der eine könnte bereit sein, dieses Risiko ohne weiteres zu akzeptieren, während der andere diese Wette vielleicht als zu riskant ablehnen würde. Mit anderen Worten, die persönlichen Risikovorstellungen sind unterschiedlich.

Notwendigkeit der Risikoanalyse

Der erste Schritt bei der Risikoanalyse und beim Modellieren besteht in der Erkenntnis, dass solch eine Analyse notwendig ist. Mit anderen Worten, Sie sollten sich fragen, ob die Situation, vor der Sie stehen, risikointensiv ist? Es folgen einige Beispiele, an denen Sie den Risikofaktor Ihrer Situationen abwägen können:

- ***Risiken bei der Entwicklung von neuen Produkten und beim Marketing*** *– Wird F. u. E. (Forschungs- und Entwicklungsabteilung) die noch vorhandenen technischen Probleme lösen können? Wird ein Konkurrent ein ähnliches Produkt schneller auf den Markt bringen oder mit einem besseren Produkt aufwarten? Könnte die Produkteinführung durch amtliche Bestimmungen und erforderliche Genehmigungen verzögert werden? Wie wird sich die vorgesehene Reklamekampagne auf den Umsatz auswirken? Werden die Produktionskosten wie eingeplant aussehen? Muss der vorgesehene Verkaufspreis evtl. geändert werden, weil der Bedarf für das Produkt nicht den Erwartungen entspricht?*
- ***Risiken bei der Wertpapieranalyse und der Vermögensverwaltung*** *– Wie wird eine vorläufige Kaufentscheidung den Wert des Portefeuille beeinflussen? Werden sich personelle Änderungen im Management auf den Kurs auswirken? Wird der Erwerb der Firma den Ertrag wie vorgesehen erhöhen? Wie wird eine Marktkorrektur sich auf einen bestimmten Industriesektor auswirken?*
- ***Risiken bei der Betriebsverwaltung und Betriebsplanung*** *– Wird der gegebene Lagerbestand für den unbestimmten Bedarf ausreichen? Werden sich die Arbeitskosten durch die bevorstehenden Tarifverhandlungen mit der Gewerkschaft erheblich erhöhen? Wie wird sich die schwebende Umweltschutzgesetzgebung auf die Produktionskosten auswirken? Wie werden sich politische und Marktereignisse auf die ausländischen Lieferanten auswirken, was Wechselkurse, Handelshindernisse und Lieferfristen anbelangt?*
- **Risiken beim Entwurf und bei der Konstruktion eines Bauwerks (Gebäude, Brücke, Staudamm usw.) –** *Werden die Kosten für Konstruktion, Material und Arbeit wie geplant ausfallen? Wird der Bauablaufplan evtl. durch einen Arbeiterstreik gestört? Ist die Belastung des Bauwerks während der Hauptbenutzungszeiten bzw. durch natürliche Einflüsse richtig eingeplant worden? Könnte das Bauwerk je bis zum Brechpunkt überlastet werden?*

- ***Risiken bei Investitionen auf dem Gebiet der Erdöl- und Mineraliensuche –*** *Wird die Suche erfolgreich sein? Wird es sich beim Fündigwerden um eine unwirtschaftliche Quelle oder um eine reiche Ader handeln? Werden die Kosten für die Erschließung des Vorkommens über den eingeplanten Betrag hinausgehen? Wird ein politisches Ereignis, wie z. B. ein Embargo, eine Steuerreform oder eine neue Umweltschutzvorschrift die Wirtschaftlichkeit des Projekts erheblich verändern?*
- ***Risiken bei der Planung der Firmenpolitik –*** *Hängt die Firmenpolitik von irgendeiner gesetzlichen Genehmigung ab und wird solche Genehmigung erteilt werden? Werden die Anweisungen hundertprozentig oder nur teilweise befolgt werden? Werden die Implementierungskosten über die eingeplante Höhe hinausgehen? Wird es zu dem geplanten Nutzen kommen?*

Bewertung und quantitative Bestimmung des Risikos

Der erste Schritt bei der Risikoanalyse und beim Modellieren besteht in der Erkenntnis, dass solch eine Analyse notwendig ist. Mit anderen Worten, Sie sollten sich fragen, ob die Situation, vor der Sie stehen, risikointensiv ist? Es folgen ein paar Beispiele, die Ihnen beim Abschätzen des Risikos behilflich sein sollen.

Das Erkennen einer riskanten Situation ist, wie gesagt, lediglich der erste Schritt. Die nächste Frage ist: Wie können Sie das für eine gegebene unbestimmte Situation identifizierte Risiko quantitativ bestimmen? Mit der quantitativer Bestimmung eines Risikos ist die Festlegung aller möglichen Werte, die durch eine Risikovariable dargestellt werden können, und die Bestimmung der relativen Wahrscheinlichkeit jedes dieser Werte gemeint. Nehmen wir einmal an, bei der unbestimmten Situation handelt es sich um die Wette mit der Münze. Sie könnten z. B. die Münze wiederholt hochwerfen, um schließlich zu dem Ergebnis zu kommen, dass sie zu 50% auf der Zahl und zu 50% auf dem Wappen landet. Sie könnten dieses Ergebnis natürlich auch mathematisch berechnen, d. h. unter Anwendung der Wahrscheinlichkeitslehre und der statistischen Theorie.

Bei den meisten realen Situationen ist es jedoch nicht möglich, das Risiko wie bei der Münze durch ein Experiment zu berechnen. Wie könnten Sie z. B. die Ablaufkurve oder Lernkurve bei Einführung eines neuen Geräts berechnen? Sie könnten vielleicht die bei einem früheren Gerät gesammelten Erfahrungen verwenden, aber sobald das neue Gerät eingeführt ist, haben Sie dann das tatsächliche Resultat, das evtl. ganz anders ist, als Sie erwartet haben. Es gibt keine Rechenformel, durch die Sie das mit den möglichen Resultaten verbundene Risiko berechnen könnten. Ihnen bleibt also nichts anderes übrig, als das Risiko auf Basis der besten verfügbaren Informationen abzuschätzen.

Falls Sie die Risiken einer Situation wie bei der Wette mit der Münze berechnen können, handelt es sich um ein objektives Risiko. In diesem Fall würde Übereinstimmung darüber herrschen, dass Sie das Risiko quantitativ richtig bestimmt haben. Bei den meisten Risikoquantifikationen sind Sie aber auf Ihr Gutdünken angewiesen.

Vielleicht sind keine vollständigen Informationen über die Situation verfügbar. Es kann auch sein, dass die Situation nicht wie bei der Münze beliebig wiederholt werden kann oder dass die Situation für eine eindeutige Antwort einfach zu komplex ist. Solche Risikoquantifikation ist dann subjektiv. Das bedeutet, dass evtl. nicht alle Kollegen oder Kolleginnen mit Ihrer Bewertung des Risikos übereinstimmen werden.

Ihre subjektive Bewertung des Risikos wird sich wahrscheinlich ändern, sobald Sie weitere Informationen über die Situation erhalten. Bei einer subjektiven Bewertung müssen Sie sich immer fragen, ob vielleicht zusätzliche Informationen verfügbar sind, die zu einer besseren Bewertung beitragen könnten. Falls zusätzliche Informationen existieren, ist die Frage, wie schwierig und kostspielig es ist, sie zu besorgen. Wie sehr würde sich Ihre Bewertung durch diese weiteren Informationen ändern? Inwieweit würden sich diese Änderungen auf die Endergebnisse des Modells auswirken, das Sie gerade analysieren?

Risikobeschreibung mittels Wahrscheinlichkeitsverteilung

Sobald Sie das Risiko quantitativ bestimmt, d. h. die Resultate und Wahrscheinlichkeiten des Auftretens bestimmt haben, können Sie das Risiko durch die Wahrscheinlichkeitsverteilung zusammenfassen. Durch die Wahrscheinlichkeitsverteilung wird das quantitative Risiko für eine Variable dargestellt. @RISK verwendet Wahrscheinlichkeitsverteilungen, um unbestimmte Werte im Excel-Arbeitsblatt zu beschreiben und um Ergebnisse darzustellen. Es gibt viele Formen und Typen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen, die alle einen Bereich von möglichen Werten und die Wahrscheinlichkeit deren Auftretens beschreiben. Die meisten Leute haben bereits von einer Normalverteilung gehört, nämlich der traditionellen „Glockenkurve". Aber es gibt eine Vielzahl von Verteilungstypen, von „uniform" und „triangular" bis hin zu den komplizierteren Formen wie „gamma" und „Weibull".

Alle Verteilungstypen verwenden Argumente, um einen Bereich von tatsächlichen Werten und die Verteilung von Wahrscheinlichkeiten anzugeben. Bei der Normalverteilung werden z. B. ein Mittelwert und eine Standardabweichung als Argumente verwendet. Der Mittelwert definiert den Wert, der als Mittelpunkt für die Glockenkurve dient, und die Standardabweichung definiert den Wertebereich um den Mittelwert. In @RISK stehen Ihnen mehr als dreißig Verteilungstypen zur Verfügung, mit deren Hilfe Sie Verteilungen für unbestimmte Werte im Excel-Arbeitsblatt beschreiben können.

Das Verteilungsdefinierfenster „Verteilung definieren" von @RISK ermöglicht Ihnen, die Verteilungen grafisch voranzuzeigen und dann den gewünschten unbestimmten Werten zuzuweisen. Diese Vorschaudiagramme helfen Ihnen, schnell und mühelos den Bereich der möglichen Werte zu erkennen, der durch die Verteilung beschrieben wird.

Was ist eine Risikoanalyse?

Allgemein gesehen versteht man unter Risikoanalyse eine beliebige Methode – qualitativ und/oder quantitativ – mit der die Auswirkungen des Risikos auf Entscheidungssituationen bewertet werden können. Hierzu werden eine Vielzahl von Methoden benutzt, die sowohl qualitative als auch quantitative Funktionen aufweisen. Es ist das Ziel dieser Methoden, dem Entscheidungsträger durch ein besseres Verständnis der möglichen Resultate bei der Auswahl der Vorgehensweise zu helfen.

In @RISK wird durch das Verfahren quantitativer Risikoanalyse versucht, die Resultate einer Entscheidungssituation in Form einer Wahrscheinlichkeitsverteilung zu bestimmen. Generell gesehen umfasst die @RISK-Risikoanalyse vier Schritte:

1. ***Entwickeln eines Modells –*** *durch Definieren des Problems oder der Situation im Format eines Excel-Arbeitsblattes.*
2. ***Identifizieren der Unbestimmtheit*** *– in Variablen im Excel-Arbeitsblatt und Angabe der möglichen Werte durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen sowie Identifizierung der unbestimmten Arbeitsblattergebnisse, die analysiert werden sollen.*
3. ***Analysieren des Modells durch Simulation*** *– um den Bereich der Wahrscheinlichkeiten für alle möglichen Resultate der Arbeitsblattergebnisse zu bestimmen.*
4. ***Treffen der Entscheidung*** *– auf Basis der gelieferten Ergebnisse und der persönlichen Prioritäten.*

@RISK hilft Ihnen bei den ersten drei Schritten mit einem leistungsfähigen und flexiblen Tool, das mit Excel verwendet werden kann und Ihnen die Modellerstellung sowie die Risikoanalyse erleichtert. Die durch @RISK generierten Ergebnisse können dann vom Entscheidungsträger bei der Auswahl der Vorgehensweise eingesetzt werden.

Glücklicherweise sind die Methoden, die durch @RISK bei der Risikoanalyse eingesetzt werden, sehr intuitiv. Sie brauchen also unsere Methodenlehre nicht blindlings akzeptieren. Durch die folgende Erörterung soll herausgestellt werden, was @RISK als Modell von Ihnen benötigt und wie die @RISK-Risikoanalyse von dort aus fortschreitet.

Entwicklung eines @RISK-Modells

Sie wissen am besten, welche Probleme und Situationen aus Ihrem Arbeitsbereich evtl. analysiert werden sollten. Wenn Sie ein risikointensives Problem haben, können @RISK und Excel Ihnen beim Erstellen eines kompletten und logischen Modells behilflich sein.

Es ist einer der großen Vorteile von @RISK, dass Sie damit in einer bekannten und standardmäßigen Modellierumgebung, nämlich Microsoft Excel, arbeiten können. @RISK arbeitet mit Ihrem Excel-Modell und lässt Sie eine Risikoanalyse ausführen, während die bekannten Kalkulationstabellenfähigkeiten weiterhin erhalten bleiben. Sie werden wahrscheinlich wissen, wie Kalkulationstabellenmodelle in Excel aufgebaut werden - und @RISK gibt Ihnen jetzt die Fähigkeit, diese Modelle mühelos für die Risikoanalyse zu modifizieren.

Variablen

Variablen sind die grundlegenden Elemente im Excel-Arbeitsblatt, die wir bereits als wichtige Bestandteile der Analyse identifiziert haben. Falls Sie eine finanzielle Situation modellieren, kann es sich bei den Variablen vielleicht um „Umsatz“, „Kosten“, „Einnahmen“ oder „Gewinne“ handeln. Wenn Sie dagegen eine geologische Situation modellieren, haben Sie es evtl. mit Variablen wie „Tiefe des Vorkommens“, „Dicke der Kohlenschicht“ oder „Durchlässigkeit“ zu tun. Jede Situation hat ihre eigenen Variablen, die Sie selbst identifiziert haben. In einem typischen Arbeitsblatt bezeichnet eine Variable meistens eine Arbeitsblattzeile oder -spalte, beispielsweise wie folgt:

Bestimmt oder Unbestimmt

Vielleicht sind Ihnen die Werte für die Variablen im Zeitrahmen des Modells bereits bekannt. In diesem Fall sind sie dann bestimmt oder (im Statistiker-Jargon) „deterministisch“. Es kann aber auch sein, dass Sie die Werte für die Variablen nicht kennen. Es handelt sich dann um unbestimmte oder „stochastische“ (d. h. zufällige) Variablen. Wenn die Variablen unbestimmt sind, müssen Sie die Art der Unbestimmtheit beschreiben. Das wird durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen erreicht, durch welche sowohl der Bereich der Werte für die Variable (Minimal- bis Maximalwert) als auch die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der einzelnen Werte innerhalb des Bereichs angegeben wird. In @RISK werden unbestimmte Variablen und Zellwerte in Form von Wahrscheinlichkeitsverteilungs-Funktionen eingegeben, beispielsweise wie folgt:

RiskNormal(100;10)
RiskUniform(20;30)
RiskExpon(A1+A2)
RiskTriang(A3/2.01;A4;A5)

Diese Verteilungsfunktionen können in den Arbeitsblattzellen und -formeln genauso wie irgendeine andere Excel-Funktion platziert werden.

Unabhängig oder abhängig

Zusätzlich zu „bestimmt" oder „unbestimmt" können die Variablen in einem Risikoanalysenmodell auch entweder „unabhängig" oder „abhängig" sein. Eine unabhängige Variable wird von keiner anderen Variablen im Modell beeinflusst. Wenn Sie z. B. mit einem finanziellen Modell arbeiten, durch das die Rentabilität einer landwirtschaftlichen Ernte ausgewertet werden soll, würden Sie evtl. eine unbestimmte Variable namens „Niederschlagsmenge" mit einbeziehen. Es kann mit Sicherheit angenommen werden, dass andere Variablen im Modell, wie z. B. „Erntepreis" und „Düngemittelkosten", sich nicht auf die Niederschlagsmenge auswirken. „Niederschlagsmenge" ist daher eine unabhängige Variable.

Im Gegensatz dazu wird eine abhängige Variable ganz und gar oder auch nur teilweise von einer oder mehreren anderen Variablen im Modell bestimmt. Von der Variablen „Ernteertrag" im obigen Modell kann z. B. angenommen werden, dass sie abhängig von der unabhängigen Variablen „Niederschlagsmenge" ist. Bei zu wenig oder zu viel Regen würde der Ernteertrag sicherlich gering sein. Wenn die Niederschlagsmenge jedoch ungefähr normal ist, könnte der Ernteertrag sowohl unter als auch erheblich über dem Durchschnitt liegen. Vielleicht gibt es andere Variablen, die den Ernteertrag beeinflussen, wie z. B. „Temperatur", „Schädlingsbefall" usw.

Beim Identifizieren der unbestimmten Werte im Excel-Arbeitsblatt müssen Sie entscheiden, ob die Variablen unabhängig oder abhängig sind. Diese Variablen sollten alle miteinander korreliert sein. In @RISK wird die Funktion *Corrmat* dazu verwendet, die korrelierten Variablen zu identifizieren. Es ist äußerst wichtig, die Korrelation oder Abhängigkeit unter den Variablen richtig zu erkennen, da das Modell sonst unsinnige Ergebnisse generieren könnte. Wenn Sie z. B. das Verhältnis zwischen „Niederschlagsmenge" und „Ernteertrag" ignorieren, könnte es sein, dass @RISK einen niedrigen Wert für „Niederschlagsmenge" und gleichzeitig einen hohen Wert für „Ernteertrag" wählt, was natürlich in der Natur nie vorkommen würde.

Ausgabevariablen

Ein Modell benötigt sowohl Eingabewerte als auch Ausgabeergebnisse und das trifft auch für eine Risikoanalyse zu. Eine @RISK-Risikoanalyse generiert Ergebnisse für die Zellen im Excel-Arbeitsblatt. Ergebnisse sind Wahrscheinlichkeitsverteilungen der möglichen Werte, die auftreten könnten. Es handelt sich bei diesen Ergebnissen meistens um die gleichen Arbeitsblattzellen, durch die auch die Ergebnisse bei einer normalen Excel-Analyse generiert werden, nämlich „Gewinn", „Fazit" oder ähnliche Arbeitsblatteinträge.

Modellanalyse mittels Simulation

Sobald Sie die unbestimmten Werte in den Arbeitsblattzellen platziert und die Ausgaben der Analyse identifiziert haben, kann das Excel-Arbeitsblatt durch @RISK analysiert werden.

Simulation

@RISK verwendet Simulation (mitunter auch Monte Carlo-Simulation genannt), um eine Risikoanalyse auszuführen. Simulation bezieht sich in diesem Sinne auf eine Methode, durch welche die Verteilung von möglichen Ergebnissen generiert wird, indem der Computer das Arbeitsblatt immer wieder neu berechnet, und zwar jedesmal mit anderen Zufallswerten für die Wahrscheinlichkeitsverteilungen in den Zellwerten und Formeln. Der Computer versucht praktisch alle gültigen Kombinationen aus den Werten der Eingabevariablen, um so alle möglichen Resultate zu simulieren. Mit anderen Worten, dies ist, als ob Sie Hunderte oder Tausende von „What-If"-Analysen (Was wäre, wenn…) ausführen würden, und zwar alle in einer Sitzung.

Was ist damit gemeint, wenn wir sagen, dass durch Simulation alle gültigen Kombinationen aus den Werten der Eingabevariablen versucht werden? Was ist damit gemeint, wenn wir sagen, dass durch Simulation alle gültigen Kombinationen aus den Werten der Eingabevariablen versucht werden? Sofern es sich nicht um unbestimmte Variablen handelt, können Sie in diesem Fall einen einzigen möglichen Wert für jede Variable identifizieren. Diese zwei Einzelwerte können durch die Arbeitsblattformeln kombiniert werden, um so die gewünschten Ergebnisse zu berechnen, wobei es sich dann ebenfalls um einen bestimmten oder deterministischen Wert handelt. Wenn Sie z. B. folgende Eingabevariablen haben:

Einnahmen = 100
Kosten = 90

würde das Ergebnis

Gewinne = 10

durch Excel wie folgt berechnet werden:

Gewinne = 100 - 90

In diesem Fall gibt es nur eine Kombination für die Werte der Eingabevariablen, da nur ein Wert für jede Variable möglich ist.

Als Nächstes wollen wir eine Situation betrachten, bei der es sich um zwei unbestimmte Variablen handelt. Bei der Eingabe

Einnahmen = 100 oder 120
Kosten = 90 oder 80

sind z. B. zwei Werte für jede Eingabevariable angegeben. In einer Simulation würde @RISK hier alle möglichen Kombinationen dieser Variablenwerte versuchen, um die möglichen Werte für das Ergebnis „Gewinne" zu berechnen.

Es gibt hier vier Kombinationen:

Gewinne = Einnahmen - Kosten
10 = 100 - 90
20 = 100 - 80
30 = 120 - 90
40 = 120 - 80

„Gewinne" ist ebenfalls eine unbestimmte Variable, da sie aus unbestimmten Variablen berechnet worden ist.

Funktionsweise einer Simulation

Bei einer Simulation werden in @RISK die folgenden zwei unterschiedlichen Vorgänge angewandt:

- *Auswahl von Werten für die Wahrscheinlichkeitsverteilungs-Funktionen, die in den Arbeitsblattzellen und -formeln enthalten sind.*
- *Neuberechnung des Excel-Arbeitsblatts unter Verwendung der neuen Werte.*

Die Auswahl von Werten aus Wahrscheinlichkeitsverteilungen nennt man Probenerhebung und die einzelnen Arbeitsblattberechnungen werden Iterationen genannt.

Mit den folgenden Diagrammen wird veranschaulicht, wie durch jede Iteration ein aus Verteilungsfunktionen erhobener Satz von Einzelwerten dazu benutzt wird, Einzelwertergebnisse zu berechnen. @RISK generiert dann die Ausgabeverteilungen, indem es die Einzelwertergebnisse aus allen Iterationen zusammenfasst.

Alternative zur Simulation

Es gibt zwei fundamentale Ansätze, eine quantitative Risikoanalyse auszuführen. Beide haben das gleiche Ziel, nämlich eine Wahrscheinlichkeitsverteilung zu erreichen, durch welche die möglichen Resultate einer unbestimmten Situation beschrieben werden. Über beide Wege können gültige Ergebnisse generiert werden. Den ersten Weg haben wir gerade in Bezug auf @RISK beschrieben, nämlich die Simulation. Bei dieser Methode muss der Computer sehr viel Arbeit sehr schnell erledigen. Er muss nämlich das Arbeitsblattproblem durch wiederholtes Berechnen einer großen Anzahl von möglichen Kombinationen aus Eingabevariablenwerten lösen.

Der zweite Weg zur Risikoanalyse ist die analytische Methode. Bei dieser Methode müssen die Verteilungen für alle unbestimmten Variablen eines Modells rechnerisch beschrieben werden. Danach werden die Gleichungen für diese Verteilungen mathematisch zusammengefasst, um so zu einer neuen Gleichung zu kommen, durch welche dann die Verteilung der möglichen Ergebnisse beschrieben wird. Diese Methode ist jedoch für die meisten Zwecke und auch für die meisten Benutzer nicht sehr praktisch. Es ist keine einfache Aufgabe, Verteilungen als Gleichungen zu beschreiben. Es ist sogar noch schwieriger, Verteilungen analytisch zusammenzufassen, selbst wenn das Modell nicht besonders komplex ist. Außerdem sind zur Implementierung der analytischen Methode ganz erhebliche rechnerische Fähigkeiten erforderlich.

Entscheidung treffen: Ergebnis-Auswertung

Die Analysenergebnisse werden in @RISK in Form von Wahrscheinlichkeitsverteilungen dargestellt. Der Entscheidungsträger muss diese Wahrscheinlichkeitsverteilungen auswerten und dann auf Basis dieser Auswertung eine Entscheidung treffen. Aber wie wird eine Wahrscheinlichkeitsverteilung ausgewertet?

Auswertung einer traditionellen Analyse

Als erstes wollen wir uns ansehen, wie der Entscheidungsträger ein Einzelwertergebnis bei einer traditionellen Analyse auswerten würde - d. h. einen „erwarteten“ Wert. Die meisten Entscheidungsträger vergleichen das erwartete Ergebnis mit einem Standardwert oder einem akzeptierbaren Mindestwert. Solange der Wert zumindest dem normalen Standard entspricht, ist das Ergebnis in der Regel akzeptabel, aber die meisten Entscheidungsträger sind sich auch bewusst, dass das erwartete Ergebnis keinen Unbestimmtheitsfaktor aufweist. Sie müssen deshalb das erwartete Ergebnis irgendwie manipulieren, um das Risiko mit einzubeziehen. Sie könnten z. B. das akzeptierbare Mindestergebnis willkürlich hochsetzen bzw. mehr oder weniger exakt die Chancen abwägen, dass das tatsächliche Ergebnis vielleicht über oder unter dem erwarteten liegen könnte. Im besten Fall könnten mehrere andere Ergebnisse in die Analyse mit einbezogen werden, z. B. das schlechteste Szenario und das beste Szenario, um so den erwarteten Wert zu ergänzen. Anschließend muss der Entscheidungsträger dann abwägen, ob der erwartete Wert und der Wert für das beste Szenario günstig genug sind, um den Wert des schlechtesten Szenarios mehr als auszugleichen.

Auswertung einer @RISK-Analyse

Bei einer @RISK-Risikoanalyse erhält der Entscheidungsträger durch die Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die Ausgabe ein umfassendes Bild aller möglichen Resultate. Es handelt sich hier um eine enorme Ausarbeitung der vorstehend erwähnten Methode, bei der das schlechteste sowie das erwartete und das beste Szenario einbezogen werden. Durch die Wahrscheinlichkeitsverteilung werden jedoch nicht nur die Lücken zwischen diesen drei Werten ausgefüllt, sondern wird auch noch Folgendes erreicht:

- ***Es wird ein „korrekter“ Bereich bestimmt –*** *Da Sie die mit den einzelnen Eingabevariablen verknüpfte Unbestimmtheit exakter definiert haben, kann sich der Bereich der Ergebnisse evtl. von einem auf dem schlechtesten und besten Szenario basierenden Bereich erheblich unterscheiden, d. h. er kann erheblich genauer sein.*

- ***Es wird die Wahrscheinlichkeit des Auftretens angezeigt –*** *Eine Wahrscheinlichkeitsverteilung zeigt die relative Wahrscheinlichkeit für jedes mögliche Ergebnis an.*

Aus diesem Grunde vergleichen Sie dann nicht nur die erwünschten mit den unerwünschten Ergebnissen. In der Tat können Sie dadurch auch erkennen, dass einige Ergebnisse wahrscheinlich öfter auftreten werden als andere und deshalb eine höhere Wertigkeit in der Auswertung haben sollten. Dieser Prozess ist nebenbei erwähnt viel leichter zu verstehen als die traditionelle Analyse, da es sich bei der Wahrscheinlichkeitsverteilung um ein Diagramm handelt. Sie können daher die Wahrscheinlichkeiten klarer sehen und sich die involvierten Risiken besser vorstellen.

Individuelle Prioritäten

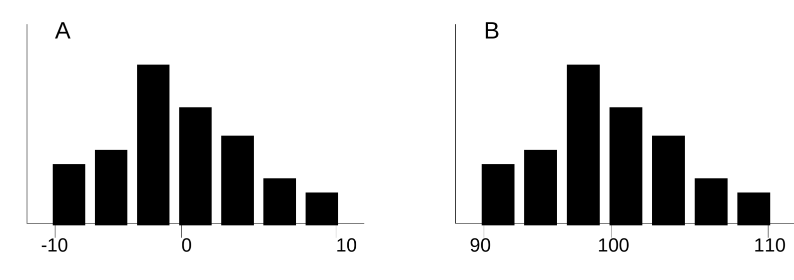
Die in @RISK generierten Ergebnisse müssen natürlich von Ihnen persönlich ausgewertet werden. Die gleichen Ergebnisse könnten durchaus von zwei verschiedenen Benutzern unterschiedlich ausgelegt werden und so zu verschiedenen Handlungsweisen führen. Dies ist jedoch kein Nachteil der Methode, sondern ein Ausdruck der unterschiedlichen Prioritäten, die verschiedene Benutzer hinsichtlich möglicher Auswahlen, Zeitfaktoren und Risiken haben. Vielleicht sehen Sie in der Form der Ausgabeverteilung, dass die Chancen eines unerwünschten Ergebnisses viel größer sind als die des erwünschten Ergebnisses. Ein erheblich risikofreudiger Kollege könnte dagegen durchaus zu einer entgegengesetzten Schlussfolgerung kommen.

Streubreite der Verteilung

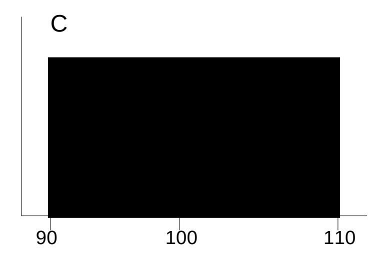
Der Bereich und die Wahrscheinlichkeit des Auftretens haben direkt mit dem Risikoniveau zu tun, das mit dem gegebenen Ereignis verknüpft ist. Durch Betrachtung der Streubreite und Wahrscheinlichkeit der möglichen Ergebnisse können Sie auf Basis des akzeptablen Risikoniveaus eine informierte Entscheidung treffen. Konservative Entscheidungsträger ziehen eine geringe Streubreite der möglichen Ergebnisse vor, wobei sie darauf achten, dass die größte Wahrscheinlichkeit mit den erwünschten Ergebnissen verknüpft ist. Wenn Sie dagegen sehr risikofreudig sind, werden Sie wahrscheinlich eine größere Streubreite akzeptieren bzw. eine mögliche Abweichung in der Ergebnisverteilung. Außerdem wird sich eine risikofreudige Person wahrscheinlich von „Goldgruben“-Ergebnissen beeinflussen lassen, selbst wenn die Wahrscheinlichkeit solcher Ergebnisse nur sehr gering sein sollte.

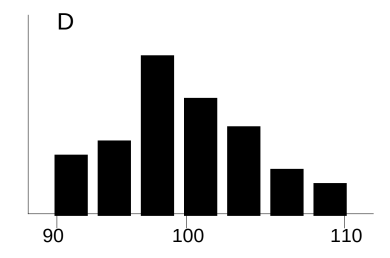
Ganz abgesehen von Ihnen persönlichen Risikovorstellungen gibt es aber einige allgemeine Überlegungen bezüglich riskanter Situationen, die von allen Entscheidungsträgern zu berücksichtigen sind. Diese Überlegungen können durch die nachstehenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen veranschaulicht werden.

Wahrscheinlichkeitsverteilung „A“ stellt trotz gleicher Formen ein größeres Risiko dar als Verteilung „B“, da der Bereich von „A“ weniger wünschenswerte Ergebnisse einschließt – in „A“ ist die Streubreite im Verhältnis zum Mittelwert größer als in „B“.

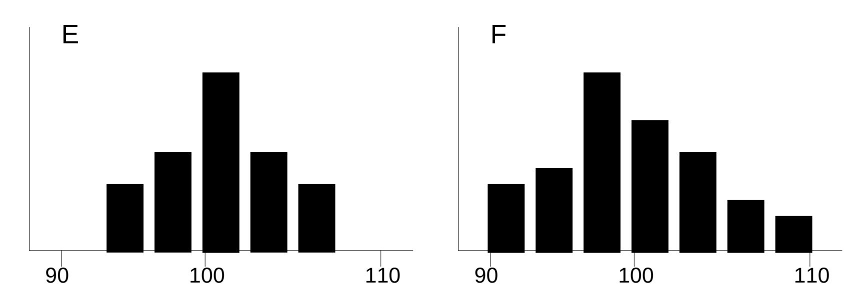


Wahrscheinlichkeitsverteilung „C“ stellt ein größeres Risiko dar als Verteilung „D“, da die Auftretenswahrscheinlichkeit bei „C“ über den ganzen Bereich gleichförmig ist, während sie bei „D“ auf den Bereich um 98 konzentriert ist.





Wahrscheinlichkeitsverteilung „F“ stellt ein größeres Risiko dar als Verteilung „E“, da der Bereich in „F“ größer und die Auftretenswahrscheinlichkeit breiter gestreut ist als in „E“.



Schiefe

Eine Simulationsausgabeverteilung kann „Schiefe“ aufweisen, d. h. sie kann anzeigen, wie viel die Verteilung der möglichen Ergebnisse von der symmetrischen Verteilung abweicht. Nehmen wir z. B. einmal an, dass die Verteilung einen langen positiven „Schwanz“ hat. Falls Sie nur eine einzige Zahl des erwarteten Ergebnisses zu sehen bekommen, erkennen Sie vielleicht nicht die Möglichkeit eines sehr positiven Resultats, das evtl. im Schwanz auftreten könnte. Falls Sie nur eine einzige Zahl des erwarteten Ergebnisses zu sehen bekommen, erkennen Sie vielleicht nicht die Möglichkeit eines sehr positiven Resultats, das evtl. im Schwanz auftreten könnte. Durch das Bereitstellen aller Informationen legt @RISK die Entscheidung völlig offen, da alle möglichen Resultate klar zu sehen sind.

Was durch eine Risikoanalyse erreicht (bzw. nicht erreicht) werden kann

Quantitative Analysenmethoden sind in den letzten Jahren unter Entscheidungsträgern sehr beliebt geworden. Leider nehmen aber viele Leute fälschlicherweise an, dass es sich bei diesen Methoden um irgendwelche „Zauberkästchen“ handelt, die unzweideutig immer die richtige Antwort oder Entscheidung erbringen. Keine Methode, d. h. auch nicht @RISK, kann diesen Anspruch erheben. Alle diese Verfahren sind nur Tools, mit deren Hilfe das Treffen von Entscheidungen und das Lösen von Problemen erleichtert werden kann. Wie bei allen solchen Hilfsmitteln können diese Verfahren für erfahrene Fachleute von großem Nutzen sein. Sie können aber auch viel Unheil anrichten, wenn sie falsch eingesetzt werden. Im Bereich der Risikoanalyse sollten diese quantitativen Hilfsmittel niemals die persönliche Urteilsfähigkeit ersetzen.

Auch sollten Sie sich bewusst sein, dass die Risikoanalyse nicht garantieren kann, dass die von Ihnen eingeschlagene Vorgehensweise – ganz gleich wie fachmännisch sie Ihren persönlichen Gesichtspunkten entspricht – im Nachhinein auch noch als die beste angesehen werden kann. Das würde nämlich einwandfreie Informationen voraussetzen, die zur Zeit der Entscheidungstreffung nie verfügbar sind. Sie haben mit @RISK jedoch die Garantie, dass Sie unter Berücksichtigung der verfügbaren Informationen Ihre beste Strategie eingesetzt haben. Und das ist gewiss keine schlechte Planung!

Einweisung in das @RISK-Programm

Schneller Überblick über @RISK

Dieses Kapitel gibt Ihnen einen schnellen Überblick über die Verwendung von @RISK zusammen mit Microsoft Excel. Es wird erklärt, wie ein Excel-Modell zur Verwendung mit @RISK eingerichtet und wie dieses Modell simuliert bzw. das Ergebnis der Simulation ausgewertet wird.

Das in diesem Kapitel behandelte Material ist auch im Online-Lernprogramm von @RISK enthalten. Zur Ausführung dieses Programms müssen Sie **Start /Programme/Palisade DecisionTools/ Lernprogramme/@RISK-Lernprogramm** wählen.

Wie funktioniert die Risikoanalyse?

Durch @RISK werden die analytischen Fähigkeiten von Microsoft Excel auf Risikoanalyse und Simulation hin erweitert. Diese Verfahren ermöglichen Ihnen, Kalkulationstabellen auf das Risiko hin zu analysieren. Die Risikoanalyse identifiziert den Bereich der möglichen Resultate, die Sie von einem Kalkulationstabellenergebnis erwarten können. Auch die relative Wahrscheinlichkeit des Auftretens dieser Resultate wird durch die Risikoanalyse angezeigt.

In @RISK wird für die Risikoanalyse die Simulationsmethode **Monte Carlo** verwendet. Bei dieser Methode werden unbestimmte Eingabewerte in der Kalkulationstabelle als Wahrscheinlichkeitsverteilungen angegeben. Ein Eingabewert ist ein Zellen- oder Formelwert, durch den in der Kalkulationstabelle Ergebnisse generiert werden. In @RISK wird eine Wahrscheinlichkeitsverteilung, durch die ein Bereich von möglichen Werten für die Eingabe beschrieben wird, anstelle des ursprünglichen festen Einzelwerts eingesetzt. Weitere Einzelheiten über Eingaben und Wahrscheinlichkeitsverteilungen finden Sie in **Übersicht über die Risikoanalyse** dieses Benutzerhandbuchs.

Wie ist @RISK mit Excel verknüpft?

@RISK verwendet Menüs, Symbolleisten und benutzerdefinierte Verteilungsfunktionen in Ihrer Kalkulationstabelle, um dieser Risikoanalysenfähigkeiten hinzuzufügen.

@RISK-Symbolleisten

Die Symbole und Befehle in diesen Leisten sollen Ihnen dabei helfen, schnell auf die meisten @RISK-Optionen zuzugreifen.



@RISK-Verteilungs-funktionen

In @RISK werden die Wahrscheinlichkeitsverteilungen direkt in die Arbeitsblattformeln eingegeben, und zwar mithilfe von benutzerdefinierten Verteilungsfunktionen. Diese neuen Funktionen, die jeweils einem Wahrscheinlichkeitsverteilungstyp angehören (wie z. B. NORMAL oder BETA), werden durch @RISK den Kalkulationstabellenfunktionen hinzugefügt. Bei Eingabe einer Verteilungsfunktion geben Sie nicht nur den Funktionsnamen, wie z. B. ***RiskTriang*** (eine dreiseitige Verteilung), sondern auch die Argumente ein, welche die Form und den Bereich der Verteilung beschreiben, wie z. B. ***RiskTriang****(10;20;30),* wobei 10 dann der Minimalwert, 20 der wahrscheinlichste und 30 der Maximalwert ist.

Verteilungsfunktionen können überall dort in der Kalkulationstabelle verwendet werden, wo mit einem unbestimmten Wert gearbeitet wird. Die @RISK-Funktionen können genauso benutzt werden wie jede andere normale Kalkulationstabellenfunktion, d. h. Sie können sie in Rechenausdrücke einfügen und in Zellbezügen oder Formeln als Argumente verwenden.

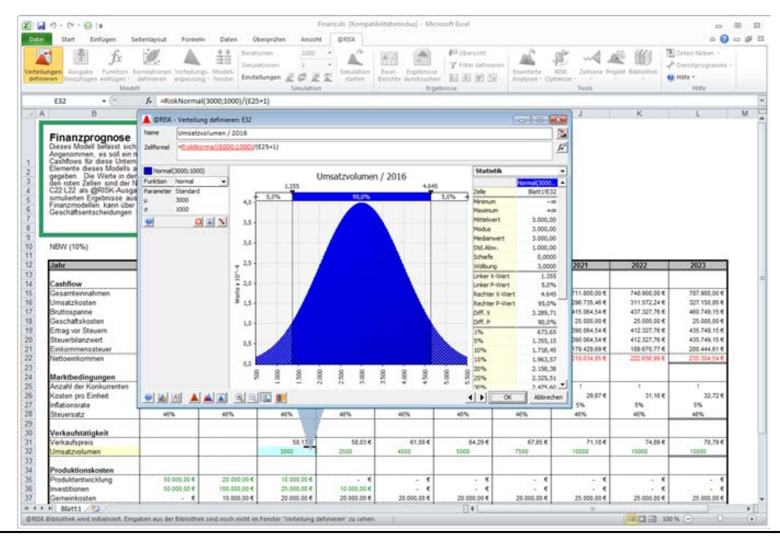
Eingabe von Verteilungen in Arbeitsmappenformeln

@RISK enthält das Fenster **Verteilung definieren**, über das Sie den Kalkulationstabellenformeln mühelos Wahrscheinlichkeitsverteilungs-Funktionen hinzufügen können. Dieses Fenster kann durch Klicken auf das Symbol für **Verteilung definieren** angezeigt werden.

Im Verteilungsdefinierfenster können grafisch die Wahrscheinlichkeitsverteilungen dargestellt werden, die für die Werte einer Kalkulationstabellenformel eingesetzt werden sollen. Durch Änderung der angezeigten Verteilung ist zu erkennen, wie verschiedene Verteilungen den Bereich der möglichen Werte für eine unbestimmte Eingabe im Modell beschreiben würden. Auch wird durch die Statistik angezeigt, wie eine unbestimmte Eingabe durch die Verteilung definiert wird.

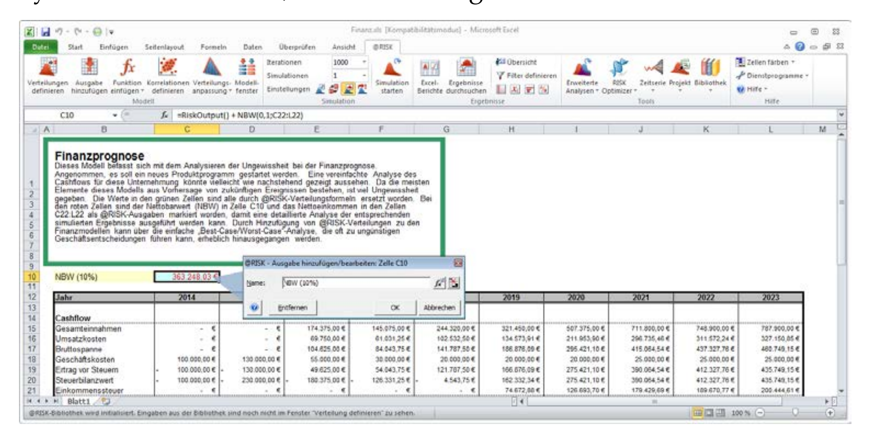
Mithilfe der grafischen Darstellung können Sie Mitarbeitern und anderen beteiligten Personen die Definition einer Eingabe veranschaulichen. Auf diese Weise kann sowohl der Bereich der für eine Eingabe möglichen Werte als auch die relative Auftretenswahrscheinlichkeit eines Wertes in diesem Bereich dargestellt werden. Mithilfe von Verteilungsdiagrammen sind Sie somit in der Lage, mühelos die Wahrscheinlichkeitsschätzungen anderer Experten in Ihre Risikoanalysenmodelle mit einzubeziehen.

Sobald das Fenster **Verteilung definieren** angezeigt wird, können Sie auf **<Tab>** drücken, um das Fenster in geöffneten Arbeitsmappen von einer mit Verteilungen versehenen Zelle zur anderen zu verschieben



Simulationsausgaben

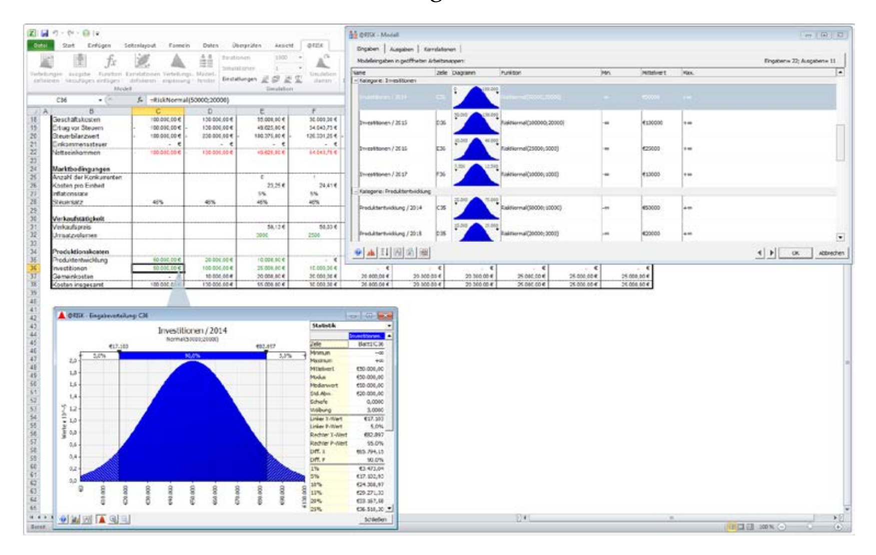
Sobald die Verteilungsfunktionen in die Kalkulationstabelle eingegeben worden sind, müssen Sie die Zellen (oder Zellbereiche) identifizieren, für die Sie Simulationsergebnisse anzeigen lassen möchten. Normalerweise enthalten diese Ausgabezellen die Ergebnisse des Kalkulationstabellen-Modells (wie z. B. „Gewinne"), aber es kann sich auch um irgendwelche anderen Zellen an irgendeiner anderen Stelle in der Kalkulationstabelle handeln. Sie wählen Ausgaben, indem Sie einfach die Zelle oder den Zellbereich markieren, den Sie im Arbeitsblatt als Ausgaben haben möchten, und dann auf das Symbol für **Ausgabe hinzufügen** klicken, d. h. auf das Symbol mit dem roten, nach unten zeigenden Pfeil.



Modellfenster

@RISK-Modellfenster – enthält eine vollständige Tabelle aller im Modell beschriebenen Eingabewahrscheinlichkeits-Verteilungen und Simulationsausgaben. In diesem Fenster, das Excel überlagert eingeblendet wird, können Sie:

- Eingabeverteilungen oder Ausgaben direkt in der Tabelle bearbeiten
- Mini-Diagramme ziehen und ablegen, um daraus Fenster in natürlicher Größe zu erstellen
- Mini-Diagramme aller definierten Eingaben mühelos anzeigen
- auf jeden beliebigen Tabelleneintrag doppelklicken, um dadurch in Ihrer Eingabeverteilungen enthaltenden Arbeitsmappe mithilfe des Diagrammnavigators durch die verschiedenen Zellen navigieren zu können

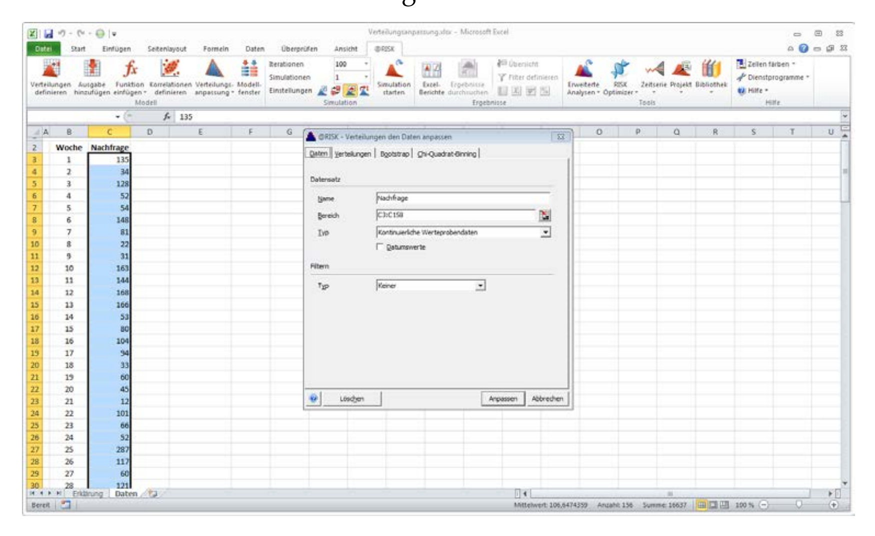


Die Spalten im Modellfenster können so angepasst werden, dass die von Ihnen gewünschte Statistik der Eingabeverteilungen in Ihrem Modell angezeigt wird.

Verwendung von Daten zum Definieren von Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Sofern Sie mit der Professional- oder der Industrial-Edition arbeiten, können Sie in der Verteilungsanpassungssymbolleiste von @RISK die Wahrscheinlichkeitsverteilungen den Daten anpassen. Eine Anpassung ist immer dann erforderlich, wenn Sie mit einem Satz von erfassten Daten arbeiten, der in der Kalkulationstabelle als Basis für eine Eingabeverteilung dienen sollen. Es könnte beispielsweise angehen, dass Verlaufsdaten über den Preis eines Produkts vorliegen und Sie diese als Basis für eine Verteilung der möglichen Zukunftspreise verwenden möchten.

Bei Bedarf können die sich aus einer Anpassung ergebenden Verteilungen auch einem unbestimmten Wert im Kalkulationstabellenmodell zugewiesen werden. Falls Excel-Daten für die Anpassung verwendet werden, ist es außerdem möglich, diese zu verknüpfen, sodass die Anpassung dann bei jeder Datenänderung und erneuten Modellsimulierung automatisch aktualisiert wird.



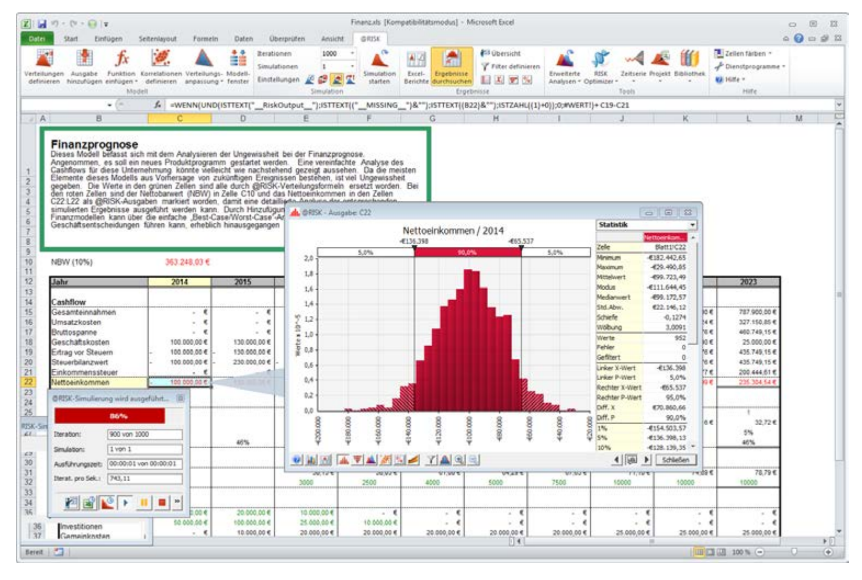
Ausführung einer Simulation

Um eine Simulation auszuführen, müssen Sie in der @RISK-Symbolleiste oder -Multifunktionsleiste auf das Symbol für **Simulation starten** klicken.



Bei Ausführung einer Simulation wird die Kalkulationstabelle wiederholt erneut berechnet, und zwar ist jede Neuberechnung eine **Iteration** mit anderen möglichen Werten aus der jeweiligen Eingabeverteilung und Iteration. Mit jeder Iteration wird die Kalkulationstabelle mit einem anderen Satz von erhobenen Werten neu berechnet und wird ein neues mögliches Ergebnis für die Ausgabezellen generiert.

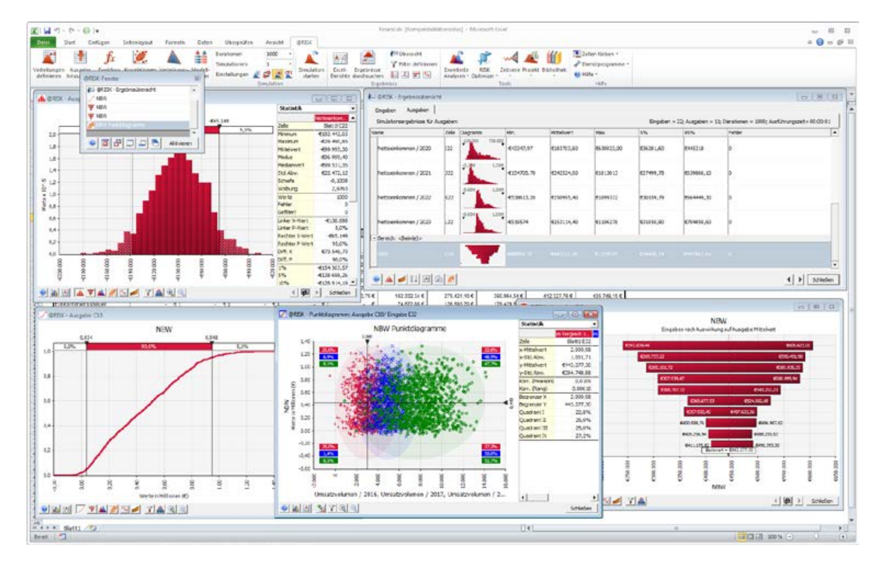
Mit fortschreitender Simulation werden auf diese Weise aus jeder Iteration neue mögliche Resultate generiert. @RISK behält diese Ausgabewerte im Auge und zeigt sie in Form eines Popup-Diagramms zusammen mit der Ausgabe an.



Dieses Diagramm über die Verteilung von möglichen Resultaten wird erstellt, indem alle generierten möglichen Ausgabewerte analysiert und dann daraus Statistiken berechnet werden, aus denen hervorgeht, wie diese Werte über den Minimum-Maximum-Bereich verteilt sind.

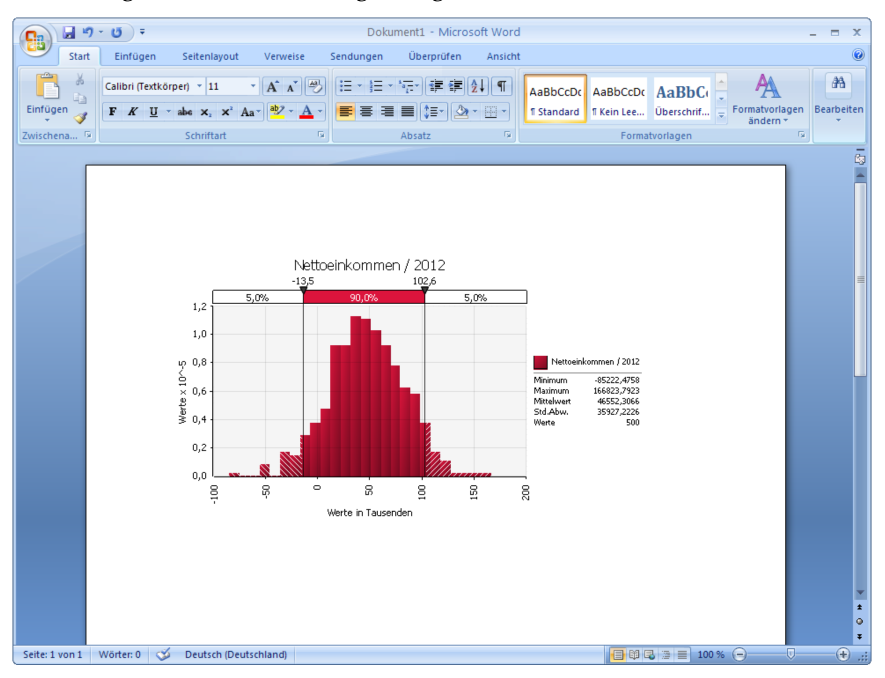
Simulationsergebnisse

@RISK-Simulationsergebnisse schließen die Verteilungen von möglichen Ergebnissen für Ihre Ausgaben ein. Außerdem erstellt @RISK Empfindlichkeits- und Szenarioanalysen-Berichte, durch die die Eingabeverteilungen mit den für Sie wichtigsten Ergebnissen identifiziert werden. Diese Ergebnisse können am besten grafisch dargestellt werden. Es handelt sich bei den verfügbaren Diagrammen um Häufigkeitsverteilungen der möglichen Ausgabevariablenwerte sowie um Summenwahrscheinlichkeitskurven, Tornado-Diagramme, aus denen die Empfindlichkeiten einer Ausgabe in Bezug auf verschiedene Eingaben hervorgehen, und um Übersichtsdiagramme, durch die das sich quer über einen Bereich von Ausgabezellen ändernde Risiko übersichtlich veranschaulicht wird.

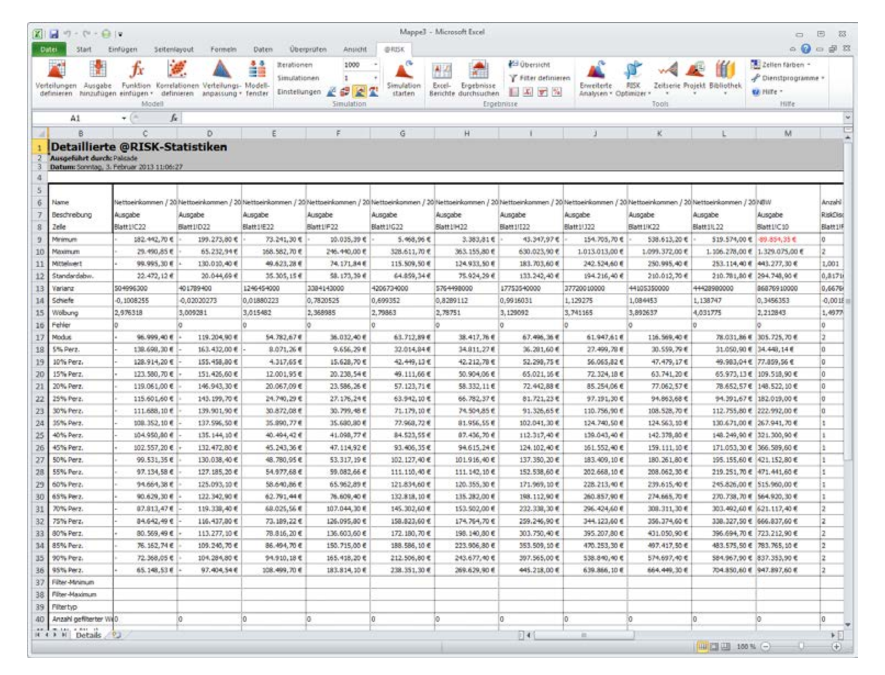


Berichte über eine @RISK-Simulation in Excel

Die einfachste Methode, in Excel (oder MS Word) einen Bericht über Ihre @RISK-Simulation zu erhalten, ist das Kopieren und Einfügen eines Diagramms und der zugehörigen Statistik.



Außerdem kann jedes Berichtsfenster auch an ein Excel-Arbeitsblatt exportiert werden, sodass Sie dann auf die betreffenden Werte über Formeln zugreifen können.



@RISK bietet ferner eine Anzahl von Simulations-Standardberichten, durch die die Simulationsergebnisse zusammengefasst werden. Des Weiteren können bei den in Excel erstellten @RISK-Berichten vordefinierte Vorlageblätter verwendet werden, die dann bereits die gewünschten Formatierungen, Titel und Logos enthalten.

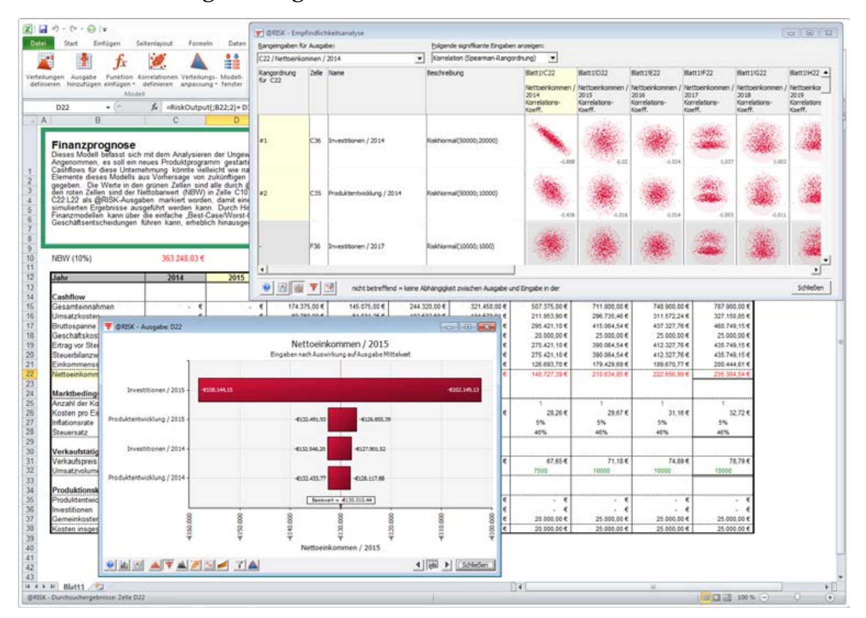
Erweiterte analytische Fähigkeiten

@RISK bietet Ihnen erweiterte Analysenfähigkeiten, durch die eine hochentwickelte Analyse von Simulationsdaten möglich ist. In @RISK werden Simulationsdaten durch Iterationen für Eingabeverteilungen und Ausgabevariablen erfasst. Dieser Datensatz wird dann analysiert, um Folgendes zu bestimmen:

- ***Empfindlichkeiten –*** *um die Eingabeverteilungen, die für die Bestimmung der Ausgabevariablenwerte „signifikant" sind, zu identifizieren*
- ***Szenarien*** *oder Kombinationen aus Eingabeverteilungen, aus denen Ausgabezielwerte erstellt werden*

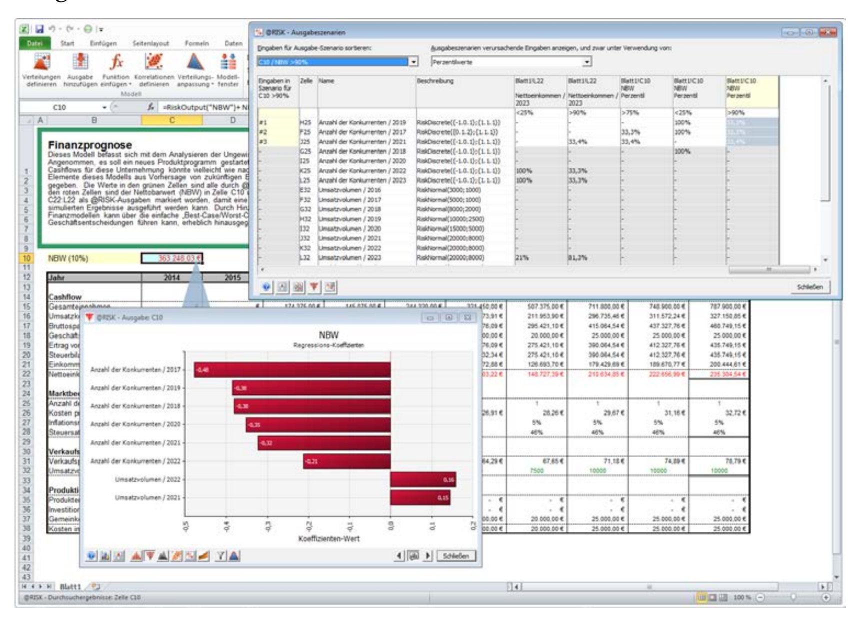
Empfindlichkeits-analyse

Die Empfindlichkeitsanalyse, durch die signifikante Eingaben identifiziert werden, wird mithilfe von drei verschiedenen analytischen Methoden ausgeführt – Änderung der Ausgabenstatistik, Regressionsanalyse und Rangordnungsberechnung. Die Ergebnisse einer Empfindlichkeitsanalyse können in einem Tornado-Diagramm dargestellt werden, und zwar stellen dann die oberen längeren Balken die höchstwertigen Eingabevariablen dar.



Szenario-Analyse

Durch die Szenario-Analyse werden die Eingabenkombinationen identifiziert, die zu den Ausgabezielwerten führen. Mithilfe der Szenario-Analyse wird versucht, die Eingabengruppen zu identifizieren, durch die bestimmte Ausgabewerte verursacht werden. Dadurch können dann Simulationsergebnisse durch Anweisungen wie „wenn ‚Gewinne' hoch sind, sind niedrige ‚Betriebskosten', sehr hohe ‚Verkaufspreise, hohe Verkaufsmengen usw. signifikante Eingabevariablen" charakterisiert werden.



Konfiguration und Simulation eines @RISK-Modells

Nachdem Sie jetzt durch die schnelle Übersicht einen Eindruck darüber gewonnen haben, wie @RISK funktioniert, wollen wir uns als Nächstes damit beschäftigen, wie ein @RISK-Modell in der Kalkulationstabelle konfiguriert und dann davon eine Simulation ausgeführt wird. Es werden dabei kurz folgende Themen angeschnitten:

- Wahrscheinlichkeitsverteilungen im Arbeitsblatt
- Korrelationen zwischen Verteilungen
- Ausführung einer Simulation
- Simulationsergebnisse
- Diagramme der Simulationsergebnisse

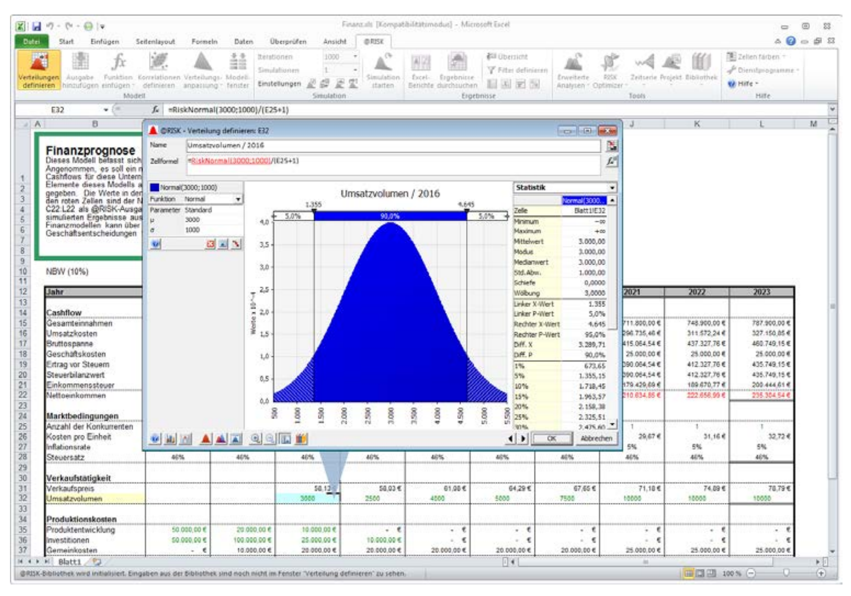
Wahrscheinlichkeitsverteilungen im Arbeitsblatt

Wie bereits erwähnt, werden in einem @RISK-Modell Verteilungsfunktionen verwendet, um den Unbestimmtheitsfaktor einzugeben. Sie können bei Eingabe der Unbestimmtheit in die Kalkulationstabelle unter mehr als 30 verschiedenen Funktionen auswählen. Durch jede Funktion wird ein anderer Wahrscheinlichkeitsverteilungstyp beschrieben. Die einfachsten Funktionen sind solche wie ***RiskTriang(Min;Höchstw;Max)*** oder ***RiskUniform(Min;Max)***, bei denen Argumente verwendet werden, durch die der mögliche Minimal-, Höchstwahrscheinlichkeits- oder Maximalwert für die unbestimmte Eingabe angegeben wird. Bei komplizierteren Funktionen werden Argumente verwendet, die sich auf die Verteilung beziehen, wie z. B. ***RiskBeta(alpha;beta)***.

Bei höherentwickelten @RISK-Modellen können Sie Verteilungsfunktionen konfigurieren, die Zellbezüge sowie Kalkulationstabellenformeln als Funktionsargumente verwenden. Durch Verwendung dieser Funktionstypen können viele leistungsfähige Modellierfunktionen erstellt werden. Sie können z. B. quer über eine Kalkulationstabellenzeile eine Gruppe von Verteilungsfunktionen konfigurieren, bei denen der Mittelwert für jede Funktion durch den für die vorherige Funktion erhobenen Wert bestimmt wird. Auch Rechenausdrücke können als Argumente für Verteilungsfunktionen verwendet werden.

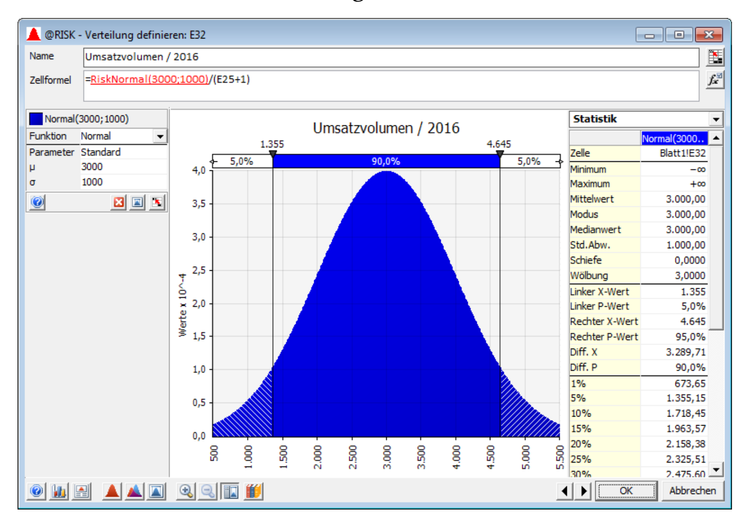
Verteilungen im Verteilungsdefinierfenster

Sämtliche Verteilungsfunktionen können im Fenster **Verteilung definieren** definiert und bearbeitet werden. Das Fenster **Verteilung definieren** kann u. a. auch dazu verwendet werden, mehrere Verteilungsfunktionen in die Formel einer Zelle einzugeben. Die so eingegebenen Namen werden dazu benutzt, die Eingabeverteilung zu identifizieren oder eine Verteilung zu stutzen.

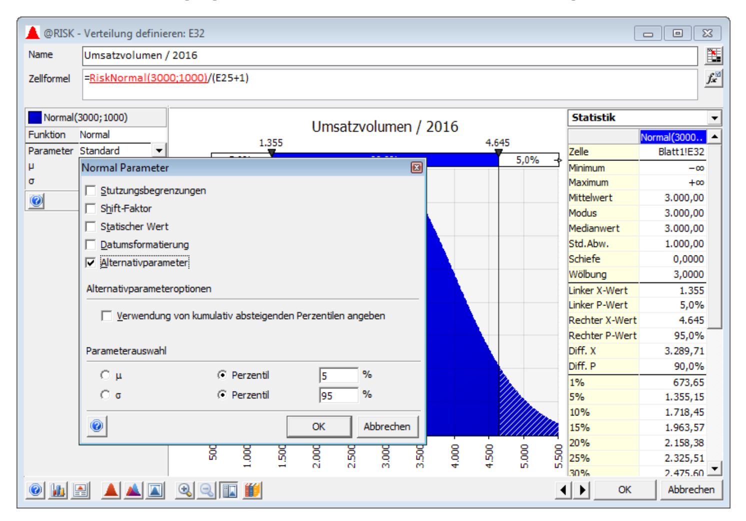


Eingabe von Argumentwerten

Argumentwerte können in das Bedienfeld **Verteilungsargument** oder auch direkt in die angezeigte Formel eingegeben werden. Dieses Bedienfeld ist links vom Diagramm zu sehen.

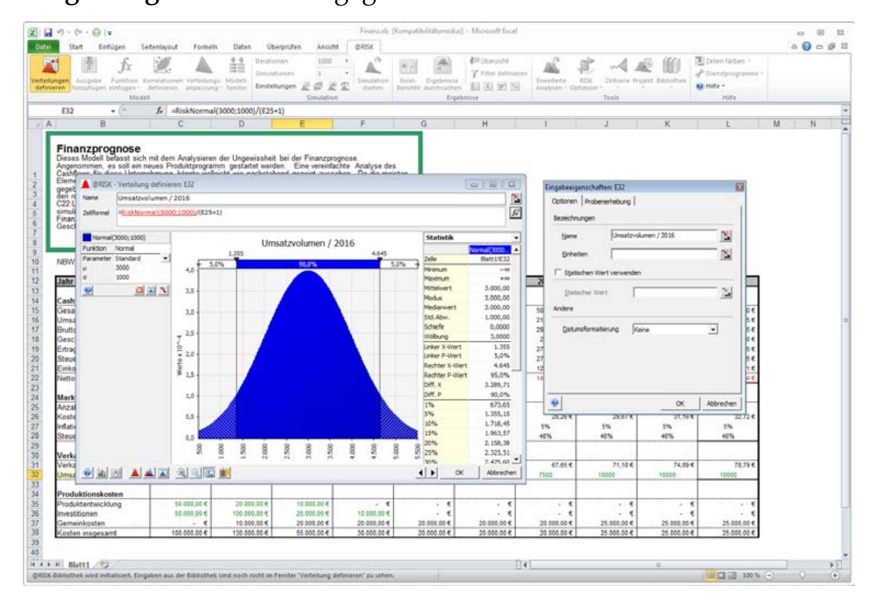


Durch Ändern des **Parametertyps** können entweder andere Parameter eingegeben oder kann die Verteilung **gestutzt** werden.



Eigenschaften von @RISK-Verteilungs-funktionen

Für die @RISK-Verteilungsfunktionen gibt es sowohl erforderliche als auch optionale Argumente. Bei den erforderlichen Argumenten handelt es sich um die Zahlenwerte, durch die Bereich und Form der Verteilung definiert werden. Alle anderen Argumente, wie z. B. Name, Stutzung, Korrelation usw., sind optional und brauchen nur bei Bedarf eingegeben werden. Diese optionalen Argumente werden mithilfe von Eigenschaftsfunktionen über das Popup-Fenster **Eingabeeigenschaften** eingegeben.



Verteilungs-definierfenster und sich daraus ergebende Funktionen in Excel

Alle im Verteilungsdefinierfenster vorgenommenen Einträge werden in Verteilungsfunktionen konvertiert und in der Kalkulationstabelle platziert. Die durch die im abgebildeten Fenster vorgenommenen Einträge erstellte Verteilungsfunktion würde z. B. wie folgt aussehen:

=RiskNormal(3000;1000;RiskTruncate(1000;5000))

Folglich können alle über das Verteilungsdefinierfenster zugewiesenen Verteilungsargumente auch direkt in die Verteilung eingegeben werden. Ferner ist es möglich, sämtliche Argumente als Zellbezüge oder Formeln einzugeben, genauso, wie das bei standardmäßigen Excel-Funktionen der Fall ist.

Es ist anfangs jedoch ratsam, die Verteilungsfunktionen über das Verteilungsdefinierfenster **Verteilung definieren** einzugeben, damit Sie besser erkennen können, wie die Werte den Funktionsargumenten zugewiesen werden. Sobald Sie mit der Syntax der Verteilungsfunktionsargumente besser vertraut sind, können Sie die Argumente dann direkt in Excel eingeben und brauchen nicht mehr über das Verteilungsdefinierfenster gehen. Das erspart Ihnen einiges an Zeit.

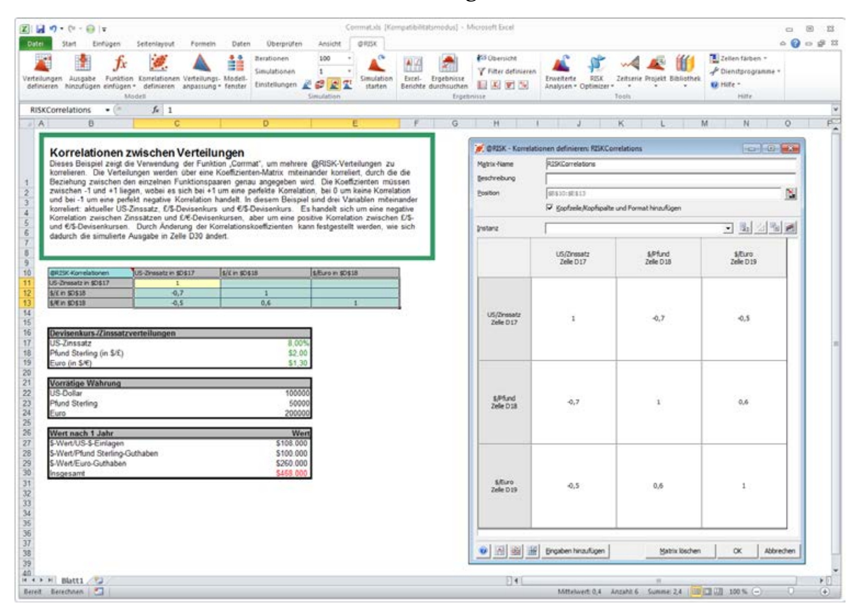
Korrelation der Eingabevariablen

Während der Simulationsanalyse ist es wichtig, die Korrelation zwischen den Eingabevariablen richtig zu erkennen. Korrelation tritt immer dann auf, wenn die Probenerhebungen aus zwei oder mehr Verteilungen irgendwie voneinander abhängen. Wenn beispielsweise die Probenerhebung für die eine Eingabeverteilung einen verhältnismäßig hohen Wert aufweist, kann es sein, dass die Probenerhebung für eine andere Eingabe ebenfalls einen verhältnismäßig hohen Wert zeigen sollte. Ein gutes Beispiel dafür ist die Eingabe **Zinssatz** und die Eingabe **Wohnungsneubau**. Es kann sein, dass es eine Verteilung für beide diese Eingabevariablen gibt, aber die Probenerhebung für beide sollte in Beziehung zueinander stehen, um unsinnige Ergebnisse zu vermeiden. Wenn z. B. ein hoher Wert für den Zinssatz erhoben wird, sollte die Probenerhebung für **Wohnungsneubau** einen verhältnismäßig niedrigen Wert aufweisen. Umgekehrt würde man bei einem niedrigen Zinssatz einen verhältnismäßig hohen Wert für **Wohnungsneubau** erwarten.

Korrelations-Matrix

Um weitere Korrelationen hinzuzufügen, müssen Sie in Excel die Zellen auswählen, die die zu korrelierenden Eingabeverteilungen enthalten, und dann auf das Symbol für **Korrelationen definieren** klicken. Auch können Sie einer angezeigten Matrix weitere Eingaben hinzufügen, indem Sie auf **Eingaben hinzufügen** klicken und dann die betreffenden Zellen in Excel auswählen.

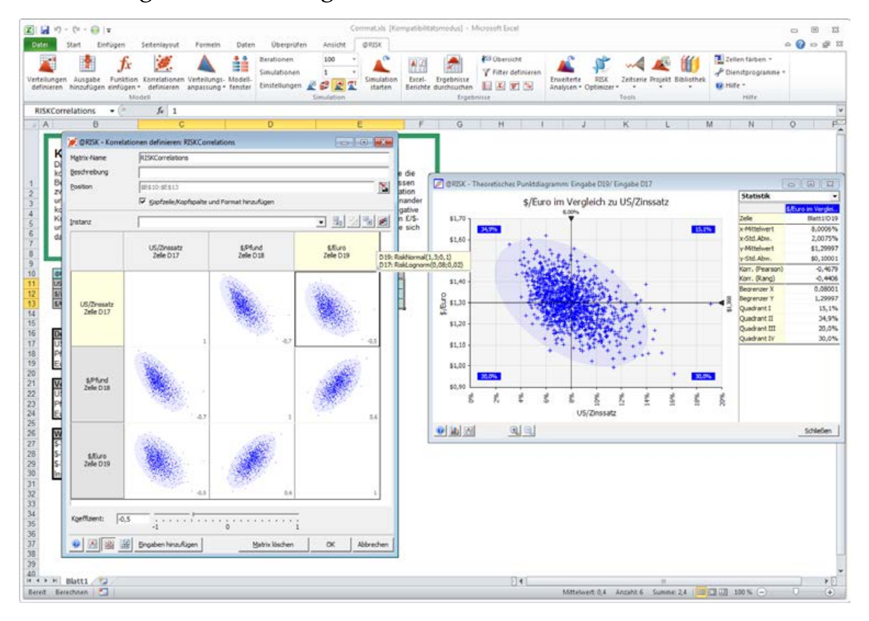
Sobald eine Matrix angezeigt wird, können Sie Korrelations-Koeffizienten für Korrelationen zwischen den Eingaben in die Matrix-Zellen eingeben, Werte aus einer Excel-Matrix in die angezeigte Matrix kopieren oder **Punktdiagramme** verwenden, um Korrelationen auszuwerten und einzugeben.



Punktdiagramme für Korrelationen

Sie können eine Punktdiagramm-Matrix anzeigen, indem Sie unten links im Fenster **Korrelationen definieren** auf das Symbol für **Punktdiagramme** klicken. Aus den Punktdiagrammen in den Matrix-Zellen geht hervor, wie die Werte zwischen den Eingabeverteilungen korreliert sind. Durch Bewegen des zusammen mit der Punktdiagramm-Matrix angezeigten Schiebereglers für **Korrelationskoeffizienten** können Sie den Korrelationskoeffizienten und das Punktdiagramm für jedes beliebige Eingabenpaar dynamisch ändern.

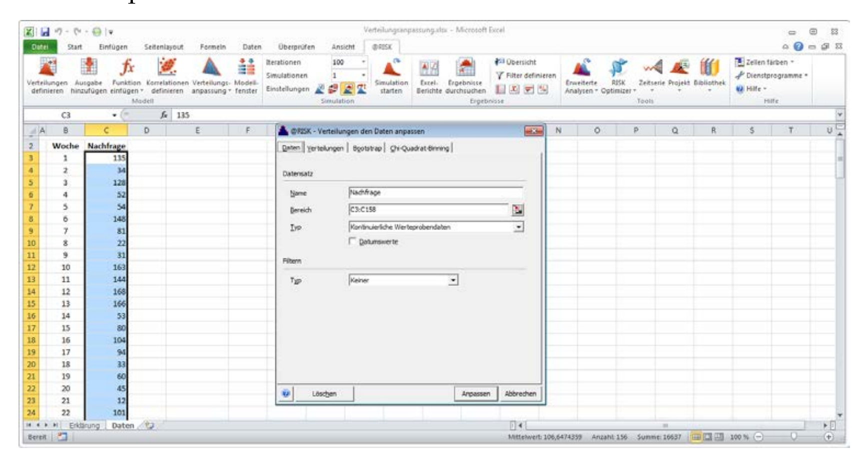
Auch haben Sie die Möglichkeit, das Minibild eines Punktdiagramms zu einem vollen Diagrammfenster zu erweitern, indem Sie die betreffende Punktdiagrammzelle aus der Matrix herausziehen. Dieses Fenster wird außerdem dynamisch aktualisiert, sobald sich die Einstellung des Schiebereglers ändert.



Durch die in das Fenster **Verteilung definieren** eingegebenen Korrelations-Matrizen werden die @RISK-Funktionen in Ihrem Kalkulationstabellenmodell geändert. Anschließend werden die *RiskCorrmat*-Funktionen hinzugefügt, die sämtliche in die Matrix eingegebenen Korrelations-Informationen enthalten. Sobald die eingegebenen RiskCorrmat-Einträge erscheinen und Sie mit deren Syntax zufrieden sind, können Sie diese Funktionen manuell direkt in die Kalkulationstabelle eingeben, d. h. Sie brauchen dabei nicht über das Fenster **Korrelationen definieren** gehen.

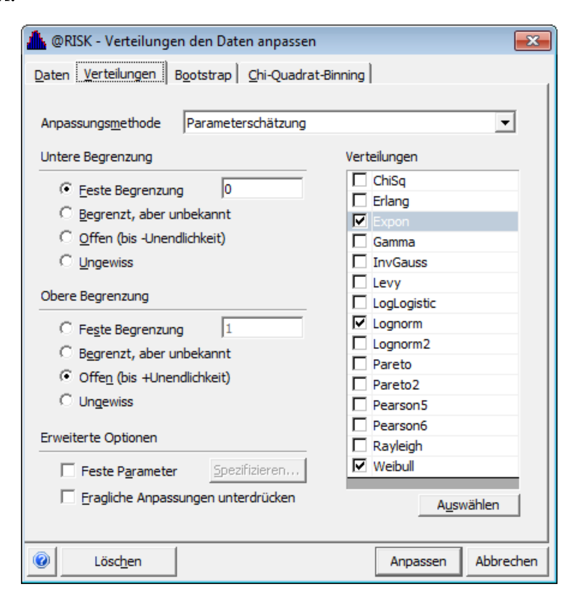
Datenanpassung der Verteilungen

@RISK ermöglicht Ihnen in der Professional- und der Industrial-Edition, die Wahrscheinlichkeitsverteilungen den Daten anzupassen. Eine Anpassung ist immer dann erforderlich, wenn Sie mit einem Satz von erfassten Daten arbeiten, der in der Kalkulationstabelle als Basis für eine Eingabeverteilung dienen sollen. Es könnte beispielsweise angehen, dass Verlaufsdaten über den Preis eines Produkts vorliegen und Sie diese als Basis für eine Verteilung der möglichen Zukunftspreise verwenden möchten.



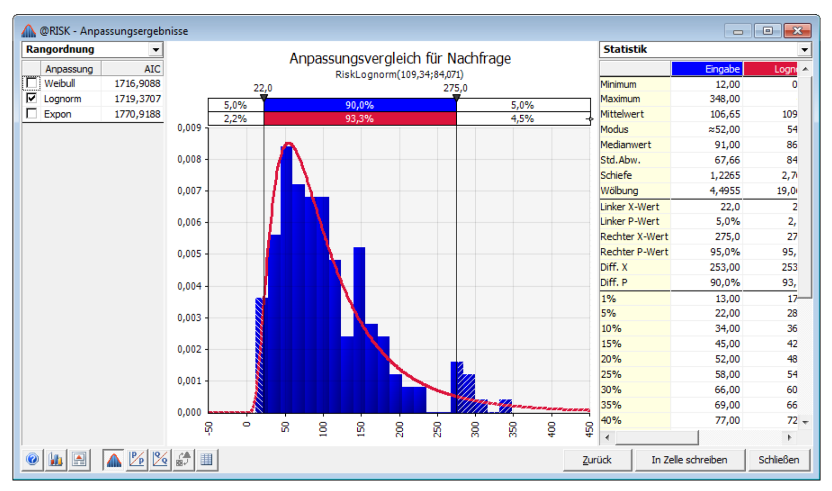
Anpassungs-optionen

Es stehen verschiedene Optionen zur Verfügung, über die der Anpassungsvorgang gesteuert werden kann. Auch können bestimmte Verteilungen für die Anpassung ausgewählt werden. Ferner ist es möglich, Eingabedaten als Werteproben-, Dichte- oder Summendaten einzugeben. Des Weiteren können Sie die Daten vor der Anpassung auch filtern.



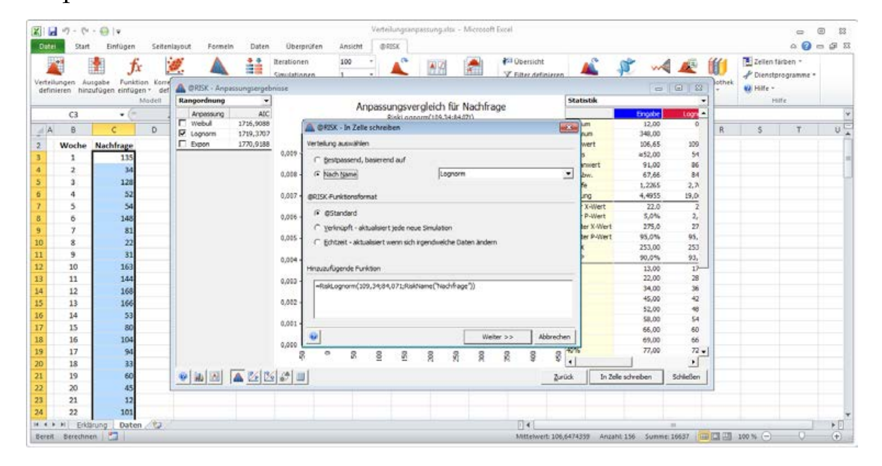
Anpassungsberichte

Vergleichs-. P-P- und Q-Q-Diagramme sind verfügbar, um Ihnen beim Auswerten der Anpassungsergebnisse zu helfen. Die Diagramme sind mit Gleitbegrenzern versehen, damit Sie schnell die mit den Werten in den angepassten Verteilungen verbundenen Wahrscheinlichkeiten berechnen können.



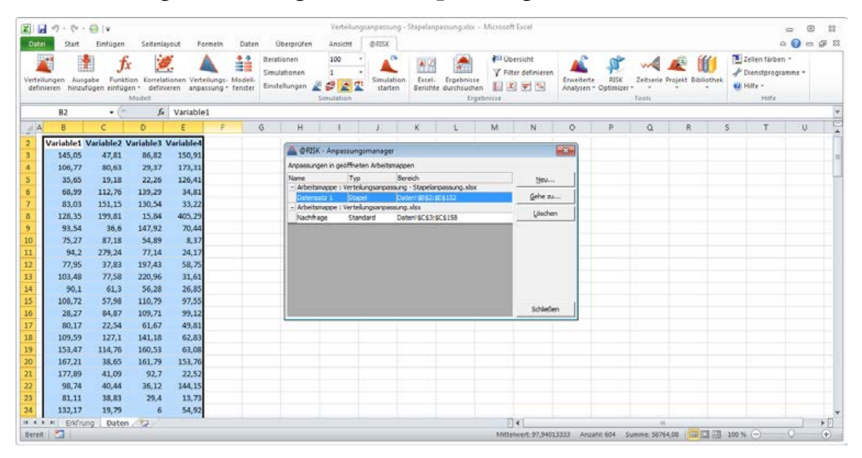
Platzierung eines Anpassungs-ergebnisses in Excel

Durch Klicken auf **In Zelle schreiben** wird das Anpassungsergebnis als neue Verteilungsfunktion im Modell platziert. Durch Auswahl der Option **Zu Beginn jeder Simulation aktualisieren und erneut anpassen** wird @RISK veranlasst, zu Beginn jeder Simulation die Daten automatisch neu anzupassen (sofern diese geändert wurden) und die neue sich daraus ergebende Verteilungsfunktion im Modell zu platzieren.



Anpassungs-manager

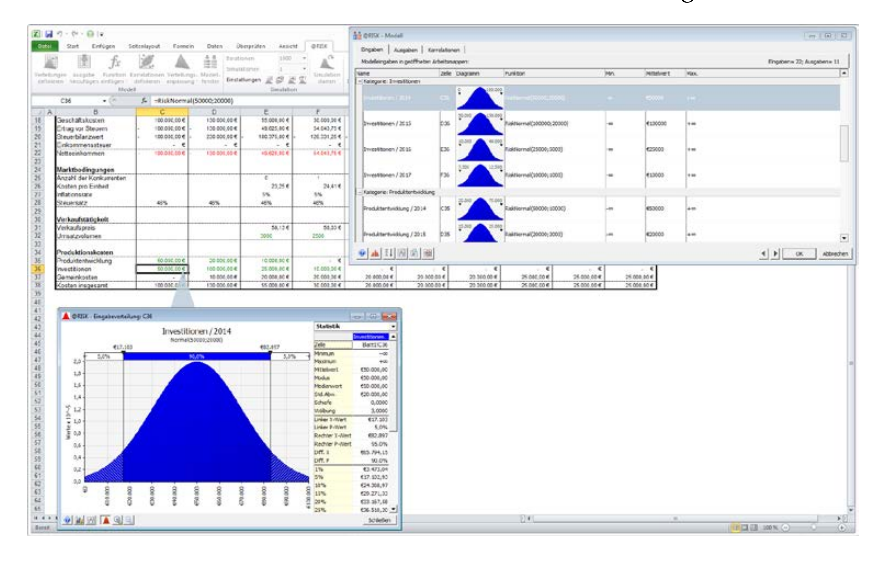
Der Anpassungsmanager ermöglicht Ihnen, in Ihrer Arbeitsmappe von einem zum anderen angepassten Datensatz zu navigieren und auch vorhergehend ausgeführte Anpassungen zu löschen.



@RISK-Modellfenster

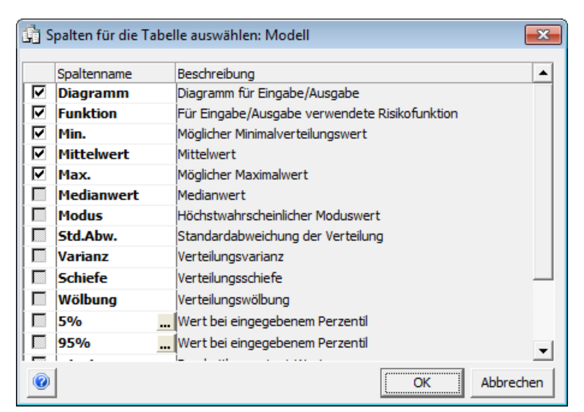
Damit das Modell leichter angezeigt werden kann, identifiziert @RISK alle ins Arbeitsblatt eingegebenen Verteilungsfunktionen, Ausgaben und Korrelationen und listet sie im @RISK-Modellfenster auf. In diesem Fenster, das Excel überlagert eingeblendet wird, können Sie:

- Eingabeverteilungen oder Ausgaben direkt in der Tabelle bearbeiten
- Mini-Diagramme ziehen und ablegen, um daraus Fenster in natürlicher Größe zu erstellen
- Mini-Diagramme aller definierten Eingaben mühelos anzeigen
- auf jeden beliebigen Tabelleneintrag doppelklicken, um dadurch in Ihrer Eingabeverteilungen enthaltenden Arbeitsmappe mithilfe des Diagrammnavigators durch die verschiedenen Zellen navigieren zu können
- Korrelations-Matrizen bearbeiten und voranzeigen.



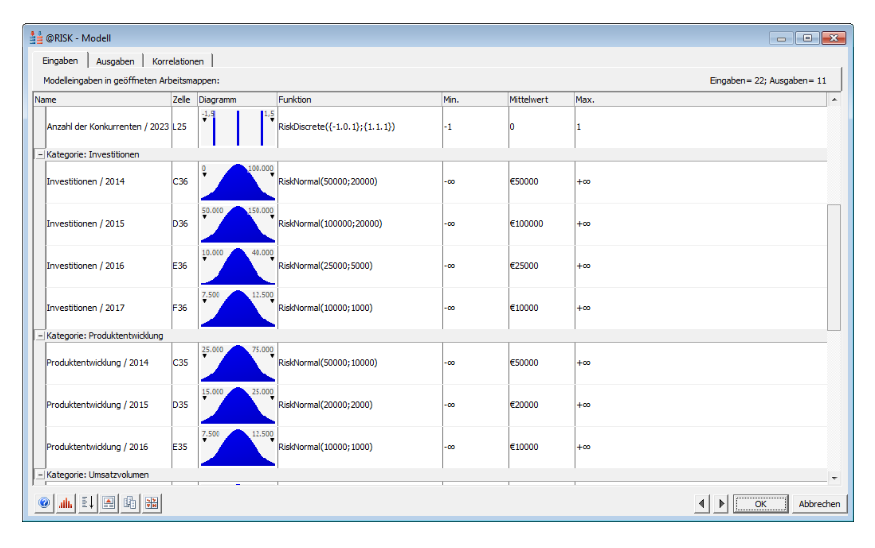
Anpassung der angezeigten Statistik

Die Spalten im Modellfenster können so angepasst werden, dass die von Ihnen gewünschte Statistik der Eingabeverteilungen in Ihrem Modell angezeigt wird. Über das unten im Fenster zu sehende Symbol für **Spalten** kann das Dialogfeld **Spalten für Tabelle** angezeigt werden.



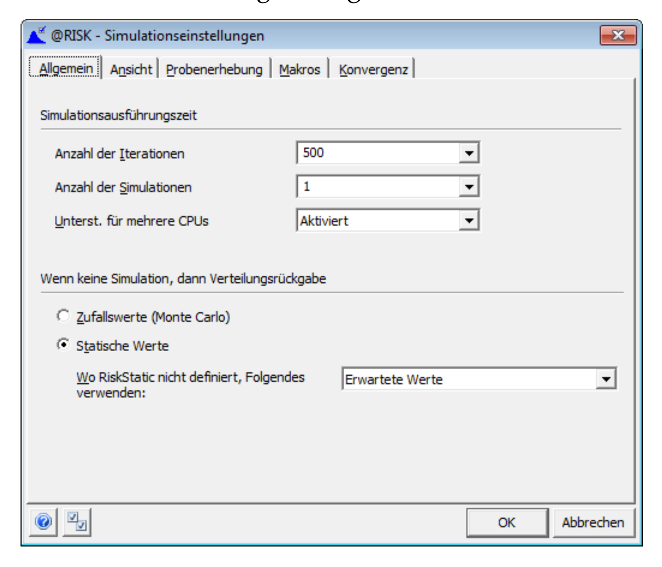
Platzierung von Eingaben in Kategorien

Im **Modellfenster** können die Eingaben nach Kategorie gruppiert werden. Standardmäßig wird eine Kategorie erstellt, wenn eine Gruppe von Eingaben sich in der gleichen Zeile oder Spalte befindet. Auch können Eingaben in jeder beliebigen Kategorie platziert werden.



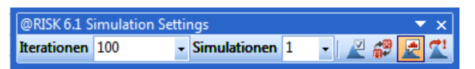
Simulationseinstellungen

Es können eine ganze Reihe von Einstellungen verwendet werden, um den durch @RISK auszuführenden Simulationstyp zu bestimmen. Die @RISK-Analyse unterstützt eine fast unbegrenzte Anzahl von Iterationen sowie auch mehrere Simulationen. Bei mehreren Simulationen können Sie eine Simulation nach der anderen für dasselbe Modell ausführen. Auch können bei allen diesen Simulationen die Werte in der Kalkulationstabelle geändert werden, sodass Sie beim Vergleich der Simulationsergebnisse dann von verschiedenen Voraussetzungen ausgehen können.



Symbolleiste für @RISK-Einstellungen

Auf die **@RISK-Einstellungen** kann direkt über die @RISK-Befehlsleiste oder die Symbolleiste für @RISK-Einstellungen zugegriffen werden. Dadurch kann schnell auf viele Simulationseinstellungen zugegriffen werden.



Diese Symbolleiste enthält u. a. folgende Symbole:

- **Simulationseinstellungen** – über dieses Symbol wird das Dialogfeld **Simulationseinstellungen** geöffnet.
- **Iterationen** – dieses Symbol ist dazu da, eine Dropdown-Liste aufzurufen, in der über die Symbolleiste schnell die auszuführenden Iterationen geändert werden können.
- **Simulationen** – dieses Symbol ist dazu da, eine Dropdown-Liste aufzurufen, in der über die Symbolleiste schnell die auszuführenden Simulationen geändert werden können.
- **Statische/Zufallsneuberechnung –** ermöglicht in @RISK bei einer standardmäßigen Excel-Neuberechnung das Umschalten zwischen Rückgabe der erwarteten oder statischen Werte aus Verteilungen und Rückgabe der Monte Carlo-Werteproben
- **Diagramm anzeigen/Demo-Modus** – steuert, was während und nach einer Simulation auf dem Bildschirm angezeigt werden soll

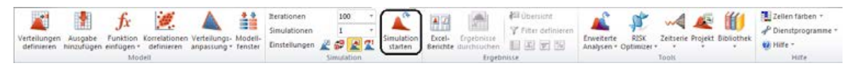
Ausführung einer Simulation

Die Simulation in @RISK besteht aus wiederholten Berechnungen des Arbeitsblatts. Jede Neuberechnung wird „Iteration" genannt. Bei jeder Iteration:

- werden aus allen Verteilungsfunktionen Werteproben erhoben
- werden nach der Probenerhebung die Werte an die Zellen und Formeln des Arbeitsblatts zurückgegeben
- wird das Arbeitsblatt neu berechnet
- werden die für die Ausgabezellen berechneten Werte im Arbeitsblatt erfasst und dann gespeichert
- werden die geöffneten Diagramme und Berichte nötigenfalls aktualisiert

Diese Berechnungswiederholungen können nötigenfalls aus Hunderten oder auch Tausenden von Iterationen bestehen.

Durch Klicken auf das Symbol für **Simulation starten** wird die Simulation gestartet. Beim Ausführen einer Simulation können Sie beobachten, wie in Excel unter Verwendung von jeweils anderen Werteproben aus den Verteilungsfunktionen wiederholt neue Berechnungen vorgenommen werden. Auch können Sie die Konvergenz der Ausgabeverteilungen überwachen und sich ansehen, wie die Diagramme über die Verteilungen von Simulationsergebnissen in Echtzeit aktualisiert werden.



Fortschritts-fenster

Während der Simulationen wird ein **Fortschrittsfenster** eingeblendet. Über die Symbole in diesem Fenster können Sie eine Simulation **ausführen, pausieren lassen** oder auch **anhalten**. Des Weiteren haben Sie die Möglichkeit, Echtzeit-Aktualisierungen von Diagrammen und Excel-Neuberechnungen ein- und auszuschalten.

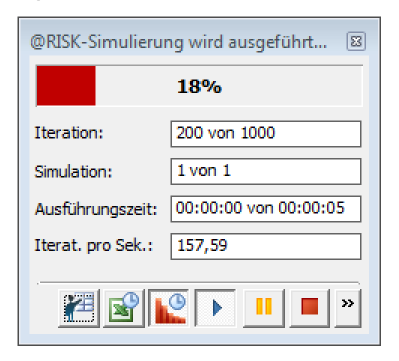
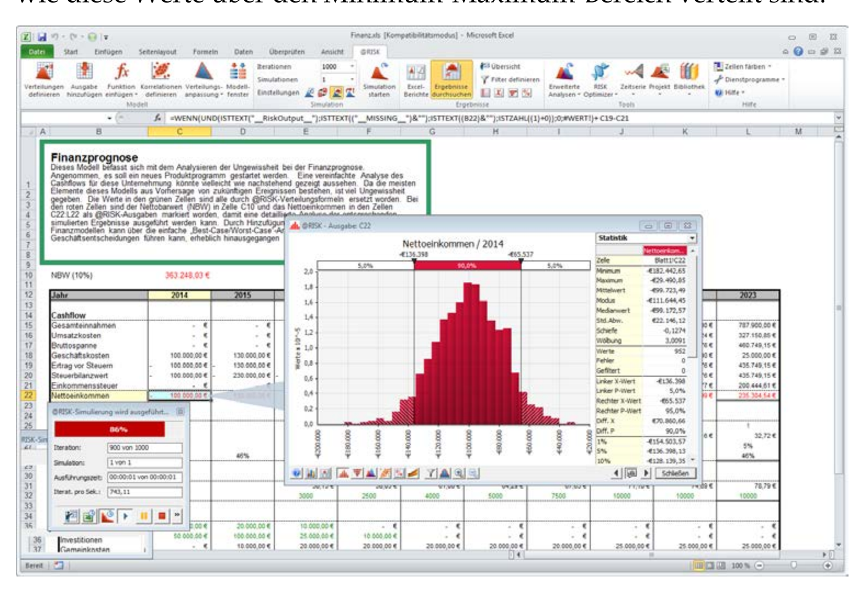


Diagramm-aktualisierung während einer Simulation

In @RISK ist grafisch zu sehen, wie sich die Verteilungen von möglichen Ergebnissen während einer Simulation ändern. Diagrammfenster werden aktualisiert, um die berechneten Verteilungen von Ergebnissen und zugehörigen Statistiken anzuzeigen. Wenn Sie eine neue Simulation starten, Blendet @RISK für die erste Ausgabezelle in Ihrem Modell automatisch ein Verteilungsdiagramm ein.

Dieses Diagramm über die Verteilung von möglichen Resultaten wird erstellt, indem alle generierten möglichen Ausgabewerte analysiert und dann daraus Statistiken berechnet werden, aus denen hervorgeht, wie diese Werte über den Minimum-Maximum-Bereich verteilt sind.



Konvergenz-Überwachung

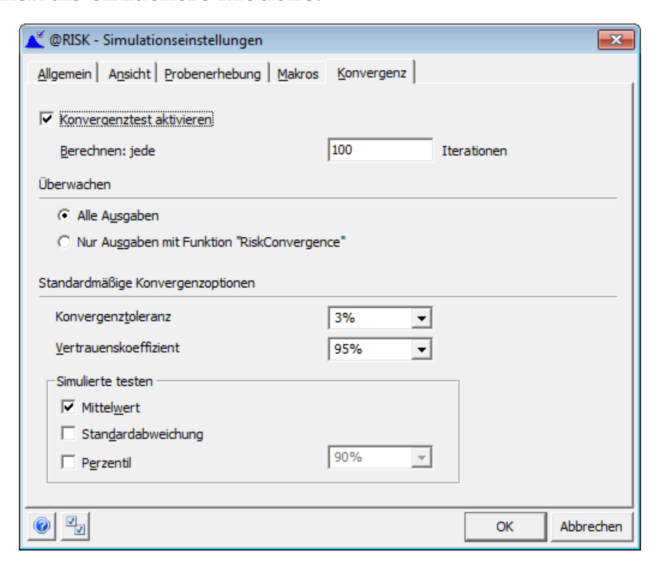
@RISK beinhaltet eine Konvergenzüberwachungsfunktion, um so die Stabilität der während der Simulation erstellten Ausgabeverteilungen überwachen zu können. Mit zunehmenden Iterationen werden die Ausgabeverteilungen allmählich „stabiler“, da die Statistiken, welche die einzelnen Verteilungen beschreiben, sich nach und nach immer weniger verändern. Es ist wichtig, eine ausreichende Anzahl von Iterationen auszuführen, damit die Ausgabenstatistiken zuverlässig sind. Sie werden aber irgendwann den Punkt erreichen, an dem weitere Iterationen kaum noch Nutzen bringen, da sich die erstellten Statistiken fast nicht mehr ändern.

Mithilfe der Konvergenzeinstellungen kann gesteuert werden, wie beim Simulieren die Konvergenz der Simulationsausgaben durch @RISK überwacht wird. Konvergenztests können für einzelne Ausgaben über die Eigenschaftsfunktion ***RiskConvergence*** kontrolliert oder auch global für alle Ausgaben einer Simulation über das Dialogfeld **Simulationseinstellungen** eingestellt werden.

Während der Simulation werden durch @RISK für jede Ausgabeverteilung eine ganze Reihe von Konvergenzstatistiken überwacht. Diese Überwachung wird durchgeführt, indem @RISK diese Statistiken während der gesamten Simulation für jede Ausgabe in bestimmten Abständen (z. B. alle 100 Iterationen) jeweils neu berechnet.

Mit zunehmenden Iterationen werden die Änderungen in der Statistik immer geringer, bis schließlich die von Ihnen eingegebene Konvergenztoleranz sowie die festgelegte Aussagewahrscheinlichkeit erreicht ist.

Falls erwünscht, können Sie @RISK auch automatisch stoppen lassen. @RISK führt dann so lange Iterationen aus, bis alle Ausgaben konvergent sind. Wie viele Iterationen dazu erforderlich sind, hängt von dem zu simulierenden Modell und den darin befindlichen Verteilungsfunktionen ab. Komplexe Modelle mit sehr „schiefen“ oder versetzten Verteilungen benötigen eine größere Anzahl von Iterationen als einfachere Modelle.



Durchsuchmodus

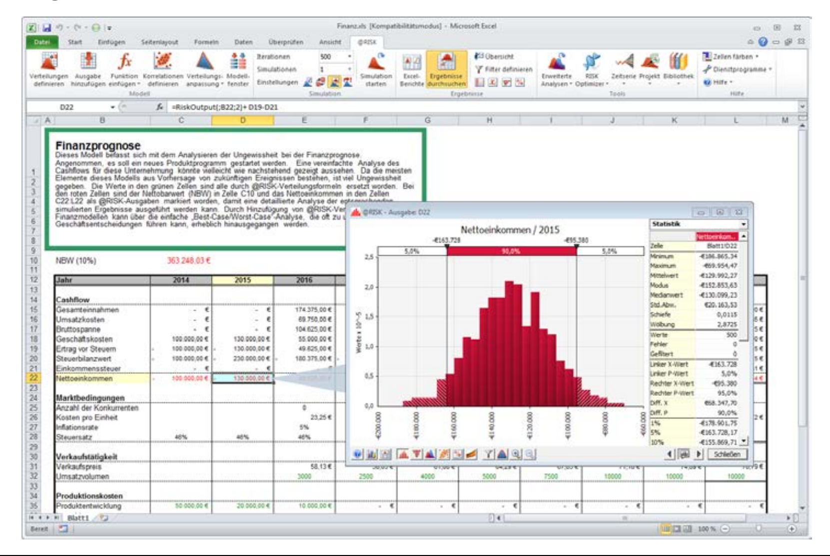
Sie starten den Durchsuchmodus, indem Sie in der Symbolleiste auf das Symbol für **Ergebnisse durchsuchen** klicken. Der Durchsuchmodus wird automatisch am Ende der Simulation eingeschaltet, wenn Sie während der Simulation versuchen, ein Diagramm anzuzeigen.

Wenn Sie im Durchsuchmodus auf Zellen in Ihrer Kalkulationstabelle klicken, zeigt @RISK die entsprechenden Diagramme mit den Simulationsergebnissen an, und zwar wird dabei wie folgt vorgegangen:

- Falls es sich bei der Zelle um eine Simulationsausgabe handelt (oder diese Zelle eine simulierte Verteilungsfunktion enthält), zeigt @RISK die betreffende simulierte Verteilung in Form einer Legende an, die auf die Zelle verweist.
- Wenn die ausgewählte Zelle dagegen Teil einer Korrelations-Matrix ist, wird eine Matrix der simulierten Korrelationen zwischen den verschiedenen Matrix-Eingaben eingeblendet.

Wenn Sie auf die verschiedenen Zellen in Ihrer Arbeitsmappe klicken, werden die entsprechenden Ergebnisdiagramme eingeblendet. Drücken Sie auf **<Tab>,** um das **Diagrammfenster** in den geöffneten Arbeitsmappen zwischen den verschiedenen Ausgabezellen, die die Simulationsergebnisse enthalten, hin und her zu schieben.

Um den Durchsuchmodus zu beenden, brauchen Sie nur das Popup-Diagramm schließen oder in der Symbolleiste auf das Symbol für **Ergebnisse durchsuchen** klicken.

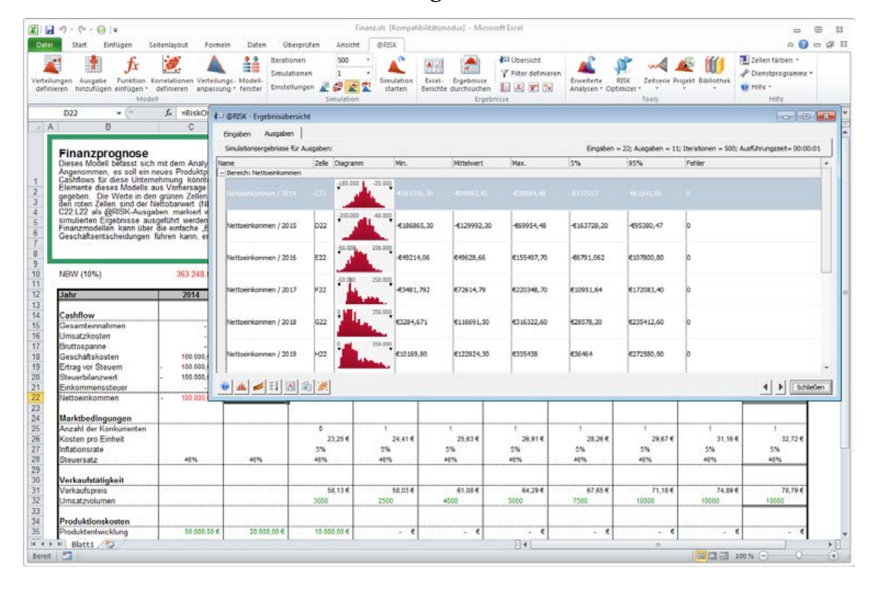


@RISK- Ergebnisübersichtsfenster

Das Fenster **@RISK – Ergebnisübersicht** gibt Ihnen einen Überblick über die Ergebnisse im Modell; auch werden Mini-Diagramme und eine Übersichtsstatistik über die simulierten Ausgabezellen und die Eingabeverteilungen angezeigt. Sie können die Spalten in der Tabelle im Ergebnisübersichtsfenster so einstellen, dass nur die von Ihnen gewünschten Statistiken angezeigt werden.

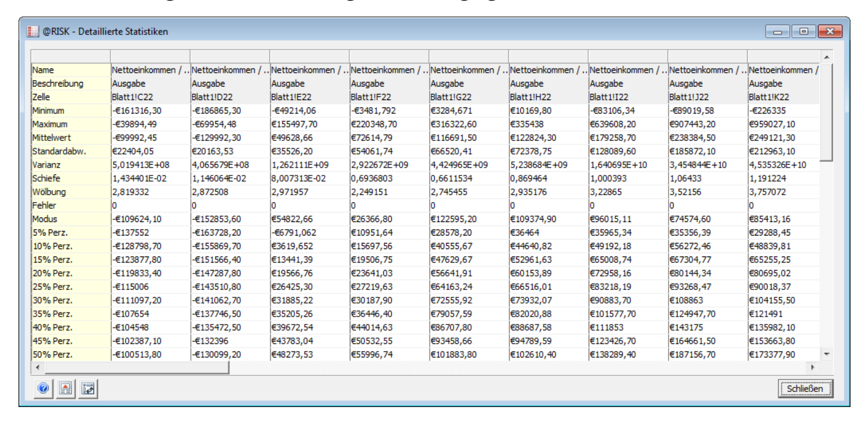
Im Ergebnisübersichtsfenster können Sie:

- Mini-Diagramme ziehen und ablegen, um daraus Fenster in natürlicher Größe zu erstellen
- auf jeden beliebigen Tabelleneintrag doppelklicken, um dadurch in Ihrer Eingabeverteilungen enthaltenden Arbeitsmappe mithilfe des Diagrammnavigators durch die verschiedenen Zellen navigieren zu können



Fenster für detaillierte Statistiken

Es sind detaillierte Statistiken über simulierte Ausgaben und Eingaben verfügbar und außerdem können Zielwerte für eine oder mehrere Eingaben und Ausgaben eingegeben werden.



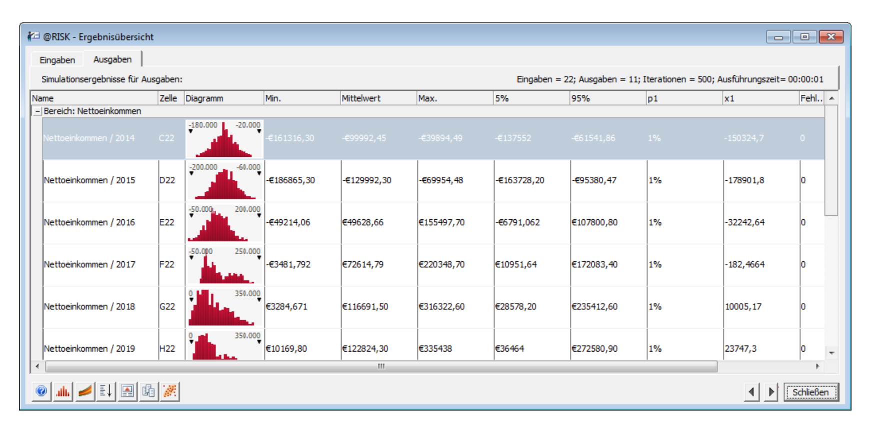
@RISK - Detaillierte Statistiken

Name	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen /
Beschreibung	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe
Zelle	Blatt1!C22	Blatt1!D22	Blatt1!E22	Blatt1!F22	Blatt1!G22	Blatt1!H22	Blatt1!I22	Blatt1!J22	Blatt1!K22
Minimum	-€161316,30	-€186865,30	-€49214,06	-€3481,792	€3284,671	€10169,80	-€83106,34	-€89019,58	-€226335
Maximum	-€39894,49	-€69954,48	€155497,70	€220348,70	€316322,60	€335438	€639608,20	€907443,20	€959027,10
Mittelwert	-€99992,45	-€129992,30	€49628,66	€72614,79	€116691,50	€122824,30	€179258,70	€238384,50	€249121,30
Standardabw.	€22404,05	€20163,53	€35526,20	€54061,74	€66520,41	€72378,75	€128089,60	€185872,10	€212963,10
Varianz	5,019413E+08	4,065679E+08	1,262111E+09	2,922672E+09	4,424965E+09	5,238684E+09	1,640695E+10	3,454844E+10	4,535326E+10
Schiefe	1,434401E-02	1,146064E-02	8,007313E-02	0,6936803	0,6611534	0,869464	1,000393	1,06433	1,191224
Wölbung	2,819332	2,872508	2,971957	2,249151	2,745455	2,935176	3,22865	3,52156	3,757072
Fehler	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Modus	-€109624,10	-€152853,60	€54822,66	€26366,80	€122595,20	€109374,90	€96015,11	€74574,60	€85413,16
5% Perz.	-€137552	-€163728,20	-€6791,062	€10951,64	€28578,20	€36464	€35965,34	€35356,39	€29288,45
10% Perz.	-€128798,70	-€155869,70	€3619,652	€15697,56	€40555,67	€44640,82	€49192,18	€56272,46	€48839,81
15% Perz.	-€123877,80	-€151566,40	€13441,39	€19506,75	€47629,67	€52961,63	€65008,74	€67304,77	€65255,25
20% Perz.	-€119833,40	-€147287,80	€19566,76	€23641,03	€56641,91	€60153,89	€72958,16	€80144,34	€80695,02
25% Perz.	-€115006	-€143510,80	€26425,30	€27219,63	€64163,24	€66516,01	€83218,19	€93268,47	€90018,37
30% Perz.	-€111097,20	-€141062,70	€31885,22	€30187,90	€72555,92	€73932,07	€90883,70	€108863	€104155,50
35% Perz.	-€107654	-€137746,50	€35205,26	€36446,40	€79057,59	€82020,88	€101577,70	€124947,70	€121491
40% Perz.	-€104548	-€135472,50	€39672,54	€44014,63	€86707,80	€88687,58	€111853	€143175	€135982,10
45% Perz.	-€102387,10	-€132396	€43783,04	€50532,55	€93458,66	€94789,59	€123426,70	€164661,50	€153663,80
50% Perz.	-€100513,80	-€130099,20	€48273,53	€55996,74	€101883,80	€102610,40	€138289,40	€187156,70	€173377,90

Zielwerte

Aus den Simulationsergebnissen können die Zielwerte berechnet werden. Durch ein Ziel wird die Wahrscheinlichkeit der Erreichung eines bestimmten Resultats angezeigt oder der Erreichung des mit einem Wahrscheinlichkeitsniveau verknüpften Wertes. Unter Verwendung von Zielen können Sie Fragen wie „Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit für ein Ergebnis über 1 Million?“ oder „Wie hoch ist die Gefahr eines negativen Resultats?“ beantworten. Zielwerte können sowohl in das Fenster **Detaillierte Statistiken** als auch in das Fenster **@RISK – Ergebnisübersicht** eingegeben sowie mithilfe von Gleitbegrenzern direkt in den Simulationsergebnis-Diagrammen eingestellt werden.

Wenn Sie im Ergebnisübersichtsfenster den gewünschten Zielwert, wie z. B. 1%, für eine Ausgabe eingeben und diesen Wert dann auf alle Ausgaben kopieren, können Sie schnell sehen, wie der gleiche Zielwert unverzüglich auch für alle Simulationsergebnisse berechnet wird.



Grafische Darstellung von Ergebnissen

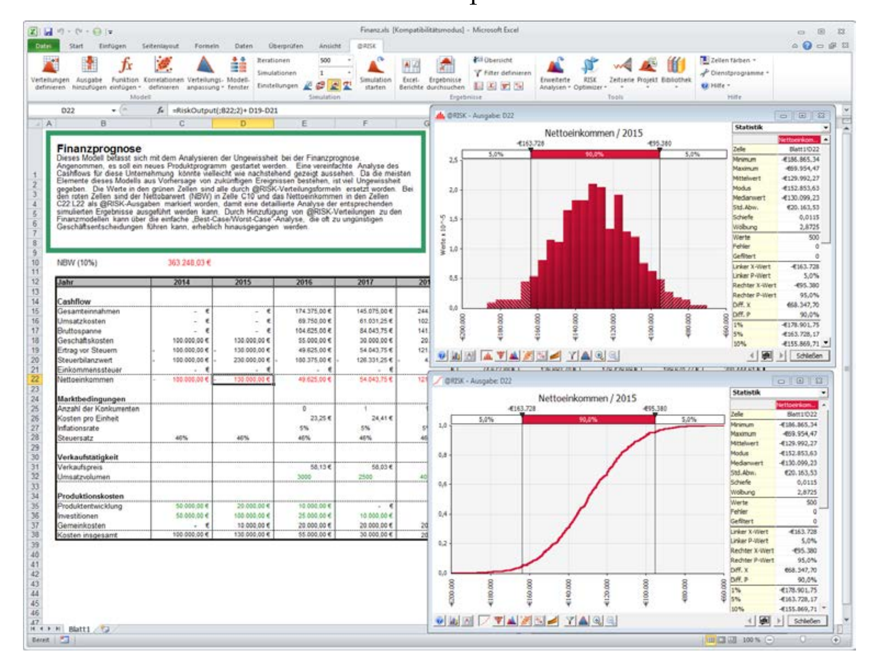
Simulationsergebnisse können mühelos durch Diagramme dargestellt werden. Im Ergebnisübersichtsfenster sind Mini-Diagramme der Simulationsergebnisse für alle Ihre Ausgaben und Eingaben zu sehen. Sie haben die Möglichkeit, ein Mini-Diagramm aus dem Ergebnisübersichtsfenster zu ziehen und in natürlicher Größe in einem separaten Fenster anzuzeigen.

In einem Diagramm der Ausgabeergebnisse wird der Bereich der möglichen Resultate angezeigt und auch die relative Wahrscheinlichkeit deren Auftretens. Diese Art von Diagramm kann in Form eines standardmäßigen Histogramms oder in Form einer Häufigkeitsverteilung angezeigt werden. Verteilungen von möglichen Resultaten können auch als Summenkurve angezeigt werden.

Simulations-ergebnisse im Format eines Histogramms und einer Summenkurve

Jedes durch @RISK erstellte Diagramm wird im Zusammenhang mit den Statistiken für die im Diagramm dargestellte Ausgabe oder Eingabe angezeigt. Der Typ des angezeigten Diagramms kann über die Symbole geändert werden, die unten im Fenster **Diagramm** zu sehen sind. Wenn Sie mit der rechten Maustaste auf ein Diagrammfenster klicken, erscheint ein Kontextmenü, in dem Sie Befehle zum Ändern des Diagrammformats, zum Skalieren, für Farben, Titel und die gezeigten Statistiken vorfinden. Jedes Diagramm kann in die Zwischenablage kopiert und dann in die Kalkulationstabelle eingefügt werden. Da Diagramme im Format der Windows-Metadateien übertragen werden, können sie ohne weiteres in der Größe verändert oder mit Anmerkungen versehen werden, nachdem sie in die Kalkulationstabelle eingefügt worden sind.

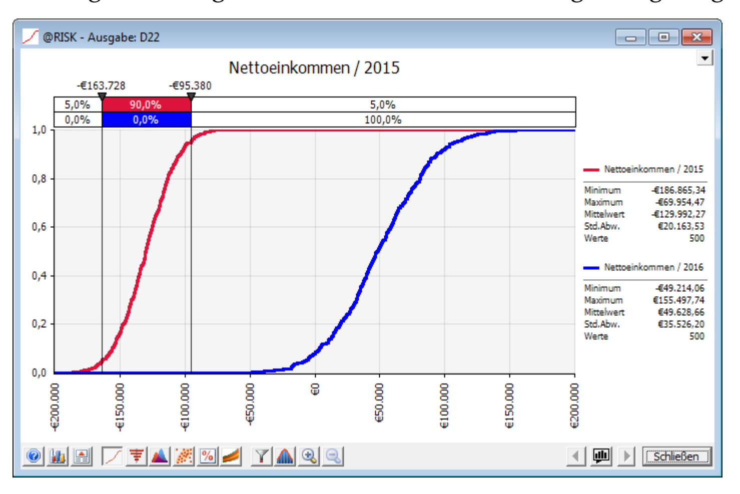
Mithilfe des Befehls In **Excel grafisch darstellen** können Diagramme im normalen Excel-Diagrammformat gezeichnet werden. Sie können diese Diagramme dann genauso wie jedes andere Excel-Diagramm ändern oder auch Ihren Wünschen anpassen.



Überlagerung von Diagrammen zu Vergleichszwecken

Oft ist es nützlich, mehrere simulierte Verteilungen grafisch zu vergleichen. Dazu müssen die Diagramme überlagert angezeigt werden.

Um Überlagerungen hinzuzufügen, müssen Sie unten in einem Diagrammfenster auf das Symbol für **Überlagerung hinzufügen** klicken oder ein Diagramm auf ein anderes bzw. ein Mini-Diagramm aus dem Ergebnisübersichtsfenster auf ein offenes Diagramm ziehen. Sobald die Überlagerungen eingeblendet worden sind, werden in der Begrenzungsstatistik die Wahrscheinlichkeiten für alle im überlagerten Diagramm zu sehenden Verteilungen angezeigt.



Gleitbegrenzer

Durch Ziehen der in einem Histogramm oder Summendiagramm erscheinenden Gleitbegrenzer können die Zielwahrscheinlichkeiten berechnet werden. Beim Verschieben von Gleitbegrenzern werden die berechneten Wahrscheinlichkeiten oberhalb des Diagramms in der Begrenzungsleiste angezeigt. Dadurch können Fragen wie „Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Ergebnis zwischen 1 und 2 Millionen liegen wird?“ oder „Wie groß ist die Gefahr, dass wir ein negatives Resultat erhalten?“ grafisch beantwortet werden.

Gleitbegrenzer können für jede Anzahl von Überlagerungen angezeigt werden. Über das Dialogfeld **Diagrammoptionen** können Sie die Anzahl der anzuzeigenden Begrenzungsleisten einstellen.

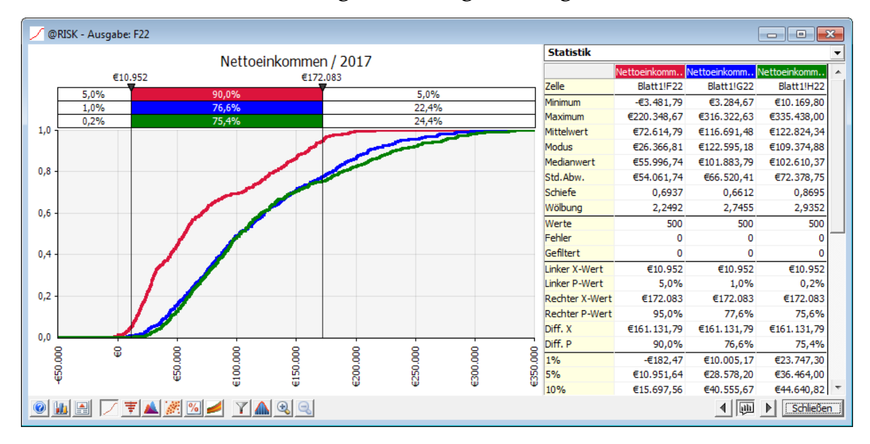
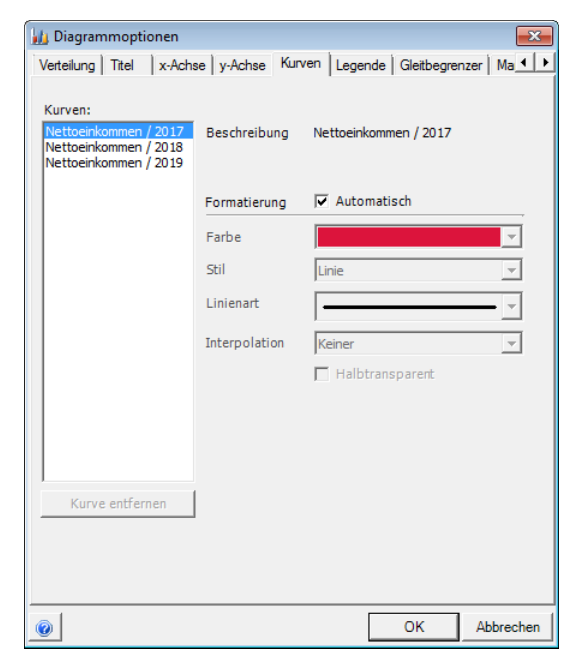


Diagramm-formatierung

In einem überlagerten Diagramm kann jede Verteilung einzeln formatiert werden. Durch Verwendung der Optionen auf der Registerkarte **Kurven** im Dialogfeld **Diagrammoptionen** können Farbe, Stil und Muster jeder Kurve im überlagerten Diagramm eingestellt werden.



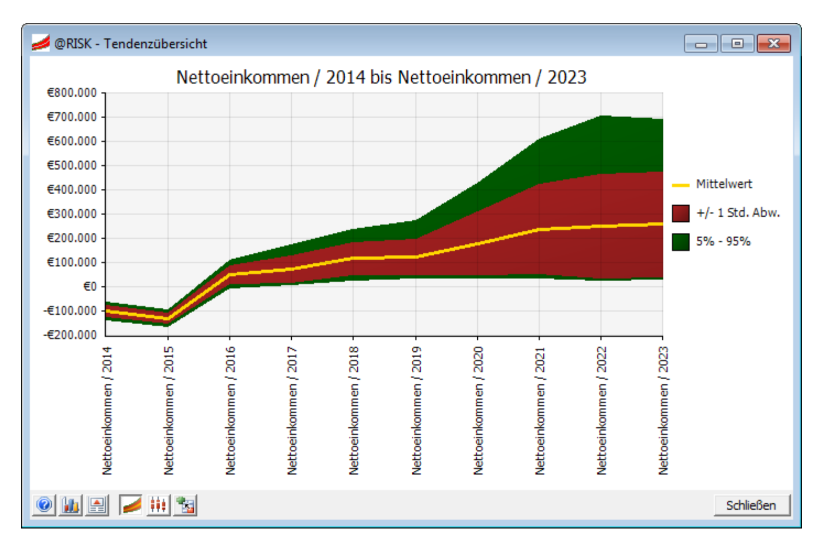
Tendenzübersichts-Diagramme

Durch ein Übersichtsdiagramm wird angezeigt, wie sich das Risiko über einen Bereich von Ausgabe- oder Eingabezellen ändern kann. Sie können ein Übersichtsdiagramm für einen Ausgabebereich erstellen oder auch einzelne Eingaben bzw. Ausgaben auswählen, um diese in einem Übersichtsdiagramm zu vergleichen. Es gibt zwei Arten von Übersichtsdiagrammen – **Tendenz-** und **Box-Plot-Übersichtsdiagramme.** Diese Diagramme können wie folgt erstellt werden:

- indem Sie unten in einem Diagrammfenster auf das Symbol für **Übersichtsdiagramm** klicken und dann in Excel die Zellen auswählen, deren Ergebnisse in das Diagramm mit einbezogen werden sollen
- indem Sie in dem Ergebnisübersichtsfenster für die Aus- oder Eingaben die Zeilen auswählen, die Sie in das Übersichtsdiagramm mit einbeziehen möchten, und dann unten im Fenster auf das Symbol für **Übersichtsdiagramm** klicken (oder mit der rechten Maustaste in die Tabelle klicken), um **Tendenzübersicht** oder **Box-Plot-Übersicht** zu wählen.

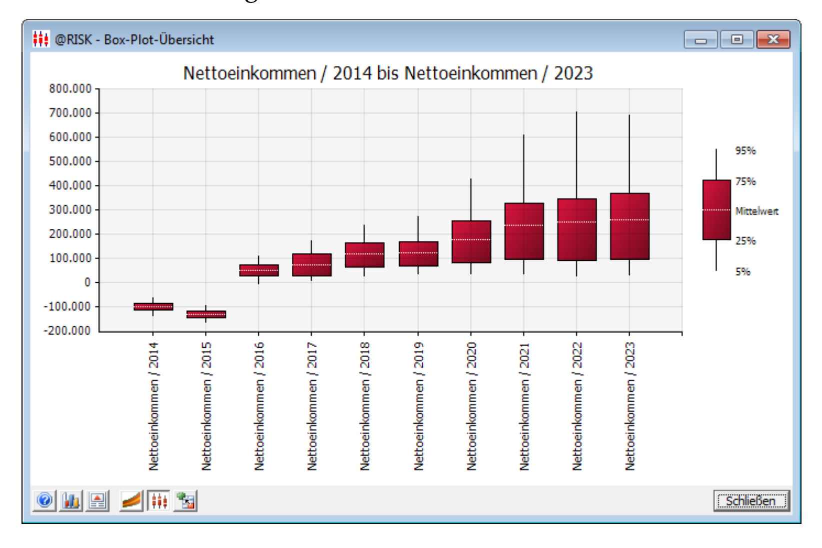
Ein Tendenzübersichtsdiagramm ist besonders praktisch, wenn Sie gewisse Tendenzen, wie z. B. die Veränderung des Risikos über Zeit, anzeigen lassen möchten. Wenn beispielsweise ein Bereich von 10 Ausgabezellen in den Jahren 1 bis 10 eines Projekts Gewinne zeigt, würde das Tendenzübersichtsdiagramm für diesen Bereich die Risikoveränderung während dieser 10 Jahre deutlich machen. Je schmäler das Band, desto geringer die Unbestimmtheit hinsichtlich der Gewinnschätzungen. Umgekehrt ist die mögliche Gewinnschwankung und damit das Risiko um so größer, je breiter das Band ist.

Die Mittellinie im Tendenzübersichtsdiagramm stellt die Mittelwerttendenz für den Bereich dar. Die beiden Bänder oberhalb des Mittelwerts stellen 1 Standardabweichung über dem Mittelwert und das 95. Perzentil dar. Die beiden Bänder unterhalb des Mittelwerts stellen 1 Standardabweichung unter dem Mittelwert und das 5. Perzentil dar. Auf der Registerkarte **Tendenz** des Dialogfeldes **Diagrammoptionen** kann die Definition dieser Bänder geändert werden.



Box-Plot-Übersicht

In einer **Box-Plot-Übersicht** wird ein Box-Plot für jede Verteilung angezeigt, die für das Übersichtsdiagramm ausgewählt wurde. In einem Box-Plot- oder Box-Whisker-Diagramm wird ein Feld für einen definierten Innenbereich einer Verteilung angezeigt; die „Whisker"-Linien zeigen dagegen die äußere Begrenzung der Verteilung an. Die innere Linie im Feld zeigt, wo sich der Mittelwert, Medianwert oder Modus der Verteilung befindet.

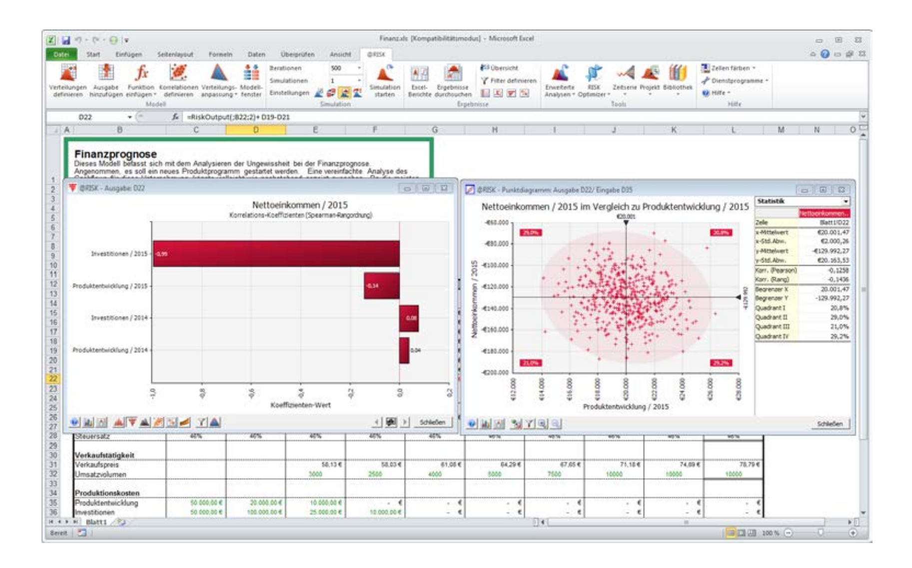


Punktdiagramme

Ein Punktdiagramm ist ein x-y-Diagramm, aus dem der erhobene Eingabewert im Vergleich zum berechneten Ausgabewert für jede Simulationsiteration hervorgeht. Dieses Diagramm kann dazu verwendet werden, die Einzelheiten der Beziehung zwischen einer Eingabe und einer Ausgabe aus einer Simulation zu untersuchen. Eine Aussageellipse identifiziert den Bereich, in den (bei einer bestimmten Aussagewahrscheinlichkeit) die x-y-Werte fallen werden. Punktdiagramme können auch genormt werden, sodass dann Werte aus mehreren Eingaben leichter in einem bestimmten Punktdiagramm verglichen werden können.

Punktdiagrammfenster können erstellt werden:

- indem Sie in einem angezeigten Diagramm auf das Symbol für **Punktdiagramm** klicken und dann in Excel die Zellen auswählen, deren Ergebnisse in das Punktdiagramm mit einbezogen werden sollen
- indem Sie im Ergebnisübersichtsfenster eine oder mehrere Ausgaben oder Eingaben auswählen und dann auf das Symbol für **Punktdiagramm** klicken
- indem Sie eine Leiste (die die im Punktdiagramm anzuzeigende Eingabe darstellt) aus dem Tornado-Diagramm einer Ausgabe ziehen
- indem Sie im Fenster **Empfindlichkeitsanalyse** eine Punktdiagramm-Matrix anzeigen (siehe **Empfindlichkeitsanalysenfenster** am Ende dieses Abschnitts)
- indem Sie im **Durchsuchmodus** auf eine **Korrelations-Matrix** klicken und dadurch eine Punktdiagramm-Matrix anzeigen, in der die simulierten Korrelationen zwischen den in der Matrix korrelierten Eingaben zu sehen sind



Ergebnisse der Empfindlichkeitsanalyse

Durch Klicken auf das Symbol für **Empfindlichkeitsfenster** können Sie die Ergebnisse der Empfindlichkeitsanalyse anzeigen lassen. Diese Ergebnisse zeigen Ihnen die Empfindlichkeit der einzelnen Ausgabevariablen gegenüber den Eingabeverteilungen im Arbeitsblatt. Dadurch werden die „kritischsten“ Eingaben für das Modell identifiziert. Sie sollten diese Eingaben besonders im Auge behalten, wenn Sie auf Basis des Modells Zukunftspläne schmieden.

Die im Empfindlichkeitsfenster angezeigten Daten sind der im Eingabefenster **Rangeingaben für Ausgabe** ausgewählten Ausgabe entsprechend angeordnet. . Die Empfindlichkeit aller anderen Ausgaben, die mit den rangmäßig angeordneten Eingaben in Beziehung stehen, ist ebenfalls zu sehen.

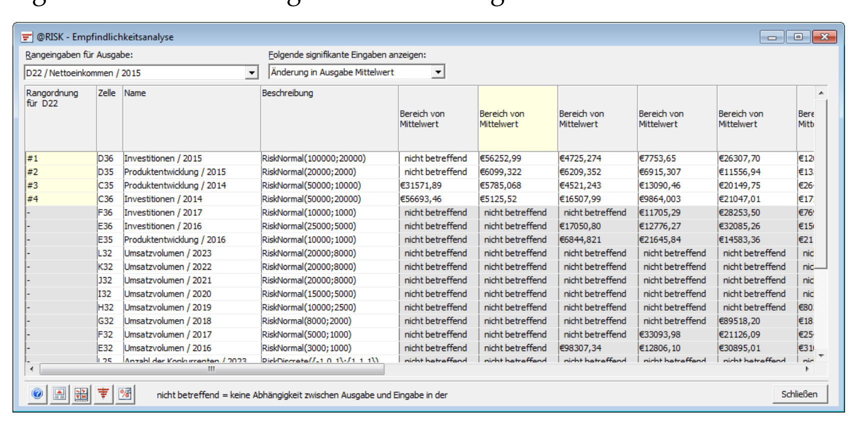
Bei den für die Ausgabevariablen und die damit verknüpften Eingaben ausgeführten Empfindlichkeitsanalysen wird eine Änderung in der Ausgabenstatistiksanalyse, eine mehrdimensionale schrittweise Regression oder eine Rangkorrelation verwendet. Der gewünschte Analysentyp wird unter Verwendung der Option **Folgende signifikante Eingaben anzeigen** im **Empfindlichkeitsfenster** eingestellt.

Bei der Änderung in der Ausgabestatistik werden die Proben für eine Eingabe in einem Satz von gleich großen Bins oder „Szenarien“ gruppiert, die vom geringsten bis zum höchsten Wert der Eingabe angeordnet sind. Ein Wert für eine Ausgabestatistik (wie z. B. der Mittelwert) wird für die Ausgabewerte in den mit den einzelnen Bins

verbundenen Iterationen berechnet. Eingaben werden nach der Plus-/Minus-Schwankung angeordnet, die dadurch in der Ausgabestatistik verursacht wurde.

Bei der Regressionsanalyse wird durch die für die einzelnen Eingabevariablen berechneten Koeffizienten die Empfindlichkeit der Ausgabe gegenüber der entsprechenden Eingabeverteilung gemessen. Die Gesamteignung der Regressionsanalyse wird auf Basis der berichteten Eignung oder des R^2 des Modells gemessen. Je geringer die Eignung, desto instabiler sind die berichteten Empfindlichkeitsstatistiken. Falls die Eignung nicht ausreichend (d. h. geringer als 0,5) ist, könnte eine ähnliche Simulation bei demselben Modell eine andere Anordnung der Eingabeempfindlichkeiten ergeben.

Bei der Empfindlichkeitsanalyse mit Rangkorrelationen beruhen diese auf den Spearman-Koeffizientenberechnungen für die Rangkorrelation. Bei dieser Analyse wird der Rangkorrelations-Koeffizient zwischen der ausgewählten Ausgabevariablen und den einzelnen Eingabeverteilungs-Werteproben berechnet. Je höher die Korrelation zwischen der Eingabe und der Ausgabe, desto signifikanter ist die Eingabe für den Ausgabewert.

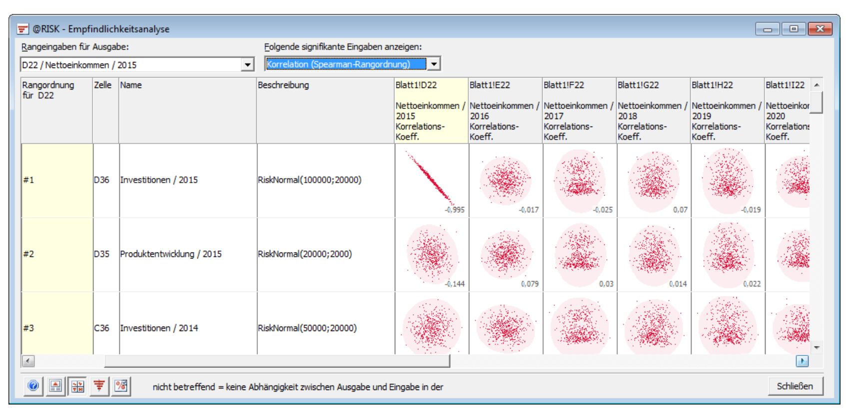


Rangordnung für D22	Zelle	Name	Beschreibung	Bereich von Mittelwert	Bereich von Mittelwert	Bereich von Mittelwert	Bereich von Mittelwert	Bereich von Mittelwert
#1	D36	Investitionen / 2015	RiskNormal(100000;20000)	nicht betreffend	€56252,99	€4725,274	€7753,65	€26307,70
#2	D35	Produktentwicklung / 2015	RiskNormal(20000;2000)	nicht betreffend	€6099,322	€6209,352	€6915,307	€11556,94
#3	C35	Produktentwicklung / 2014	RiskNormal(50000;10000)	€31571,89	€5785,068	€4521,243	€13090,46	€20149,75
#4	C36	Investitionen / 2014	RiskNormal(50000;20000)	€56693,46	€5125,52	€16507,99	€9864,003	€21047,01
-	F36	Investitionen / 2017	RiskNormal(10000;1000)	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend	€11705,29	€28253,50
-	E36	Investitionen / 2016	RiskNormal(25000;5000)	nicht betreffend	nicht betreffend	€17050,80	€12776,27	€32085,26
-	E35	Produktentwicklung / 2016	RiskNormal(10000;1000)	nicht betreffend	nicht betreffend	€6844,821	€21645,84	€14583,36
-	L32	Umsatzvolumen / 2023	RiskNormal(20000;8000)	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend
-	K32	Umsatzvolumen / 2022	RiskNormal(20000;8000)	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend
-	J32	Umsatzvolumen / 2021	RiskNormal(20000;8000)	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend
-	I32	Umsatzvolumen / 2020	RiskNormal(15000;5000)	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend
-	H32	Umsatzvolumen / 2019	RiskNormal(10000;2500)	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend
-	G32	Umsatzvolumen / 2018	RiskNormal(8000;2000)	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend	€89518,20
-	F32	Umsatzvolumen / 2017	RiskNormal(5000;1000)	nicht betreffend	nicht betreffend	nicht betreffend	€33093,98	€21126,09
-	E32	Umsatzvolumen / 2016	RiskNormal(3000;1000)	nicht betreffend	nicht betreffend	€98307,34	€12806,10	€30895,01

Empfindlichkeits-analyse mit Punktdiagramm-Matrix

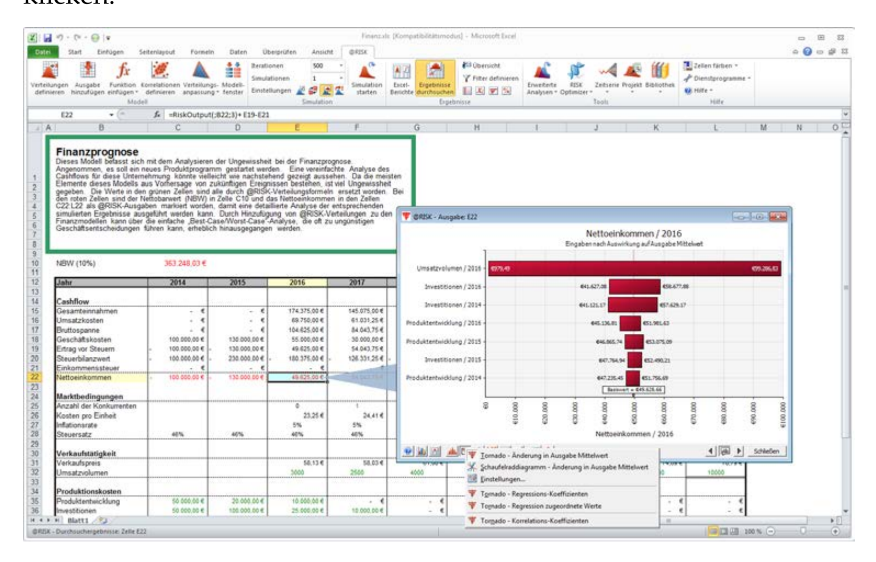
Ein Punktdiagramm ist ein x-y-Diagramm, aus dem der erhobene Eingabewert im Vergleich zum berechneten Ausgabewert für jede Simulationsiteration hervorgeht. In der Punktdiagramm-Matrix werden Empfindlichkeitsanalysenergebnisse in Rangordnung mithilfe von Punktdiagrammen angezeigt. Um die Punktdiagramm-Matrix anzuzeigen, müssen Sie unten links im **Empfindlichkeitsfenster** auf das Symbol für **Punktdiagramm** klicken.

Über Drag & Drop kann ein Mini-Punktdiagramm aus der Punktdiagramm-Matrix gezogen und in voller Größe in einem Diagrammfenster angezeigt werden. Auch können Punktdiagrammüberlagerungen erstellt werden, indem Sie zusätzliche Mini-Punktdiagramme aus der Matrix auf ein bereits vorhandenes Punktdiagramm ziehen.



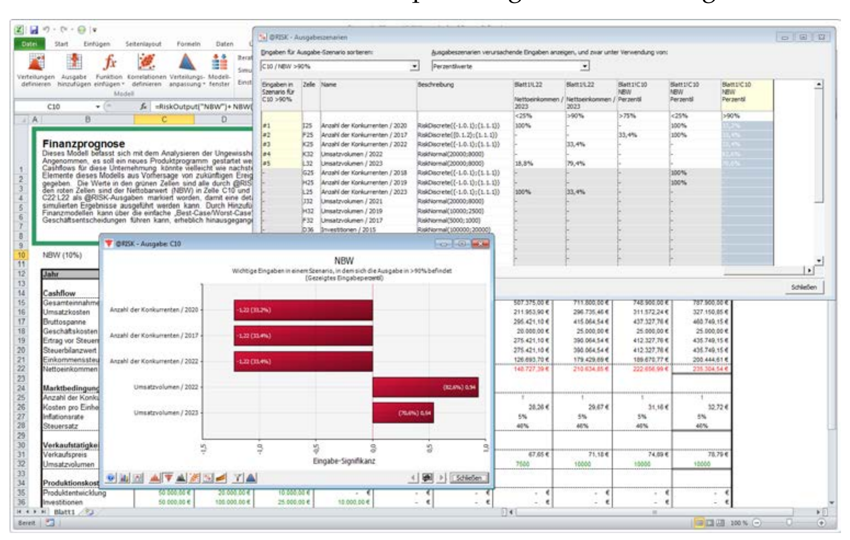
Tornado-Diagramm

Empfindlichkeitsergebnisse können mithilfe von Tornado-Diagrammen grafisch dargestellt werden. Um ein Tornado-Diagramm zu erstellen, müssen Sie mit der rechten Maustaste im Ergebnisübersichtsfenster auf die betreffende Ausgabe klicken oder in einem Diagrammfenster auf das Symbol für **Tornado-Diagramm** klicken.



Ergebnisse der Szenario-Analyse

Über das Symbol für **Szenario-Fenster** können Sie die Ergebnisse der Szenario-Analyse für die Ausgabevariablen anzeigen lassen. Sie können bis zu drei Szenario-Ziele pro Ausgabevariable eingeben.



Wie wird eine Szenario-Analyse ausgeführt?

Die für Ausgabevariablenziele ausgeführte Szenario-Analyse basiert auf einer bedingten Medianwertanalyse. Die Szenario-Analyse wird ausgeführt, indem @RISK zuerst die Simulationsiterationen in solche unterteilt, in denen die Ausgabevariable das eingegebene Ziel erreicht. Anschließend werden dann in diesen Iterationen die für die einzelnen Eingabevariablen erhobenen Werte analysiert. @RISK sucht daraufhin für jede Eingabe den Medianwert dieser Untermenge der erhobenen Werte und vergleicht ihn mit dem Medianwert der Eingabe für alle Iterationen.

Durch diesen Vorgang sollen die Eingaben gefunden werden, deren Untermenge oder deren bedingter Medianwert erheblich vom Gesamt-Medianwert abweicht. Falls der Untermengen-Medianwert für die Eingabevariable nicht viel vom Gesamt-Medianwert abweicht, wird die Eingabevariable als unbedeutend markiert. Der Grund dafür ist, dass die in den dem Ziel entsprechenden Iterationen für die Eingabe erhobenen Werteproben sich dann nicht erheblich von denen unterscheiden, die für die gesamte Simulation erhoben wurden. Sollte der Untermengen-Medianwert für die Eingabevariable jedoch erheblich vom Gesamt-Medianwert abweichen (d. h. zumindest eine halbe Standardabweichung), wird die Eingabevariable als signifikant angesehen. Durch die berichteten Szenarios werden dann alle

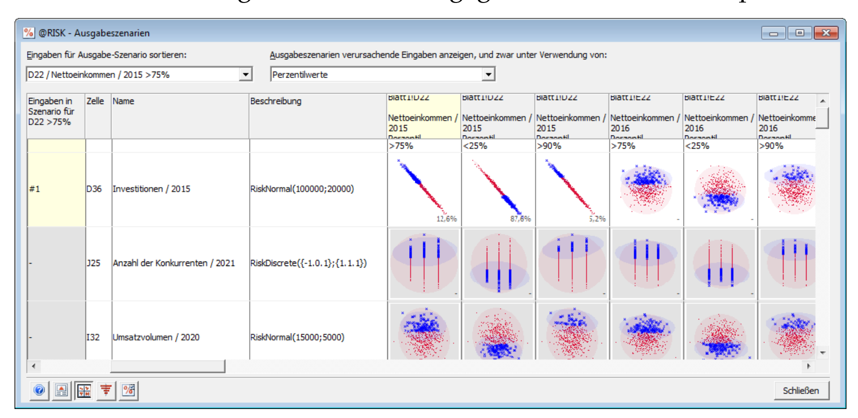
Eingaben angezeigt, die beim Erreichen des eingegebenen Ziels signifikant waren.

Punktdiagramm-Matrix im Szenarienfenster

Bei einem Punktdiagramm in einem Szenarienfenster handelt es sich um ein x-y-Punktdiagramm mit einer Überlagerung. Dieses Diagramm zeigt:

1) in jeder Iteration der Simulation den erhobenen Eingabewert im Vergleich zum berechneten Ausgabewert,

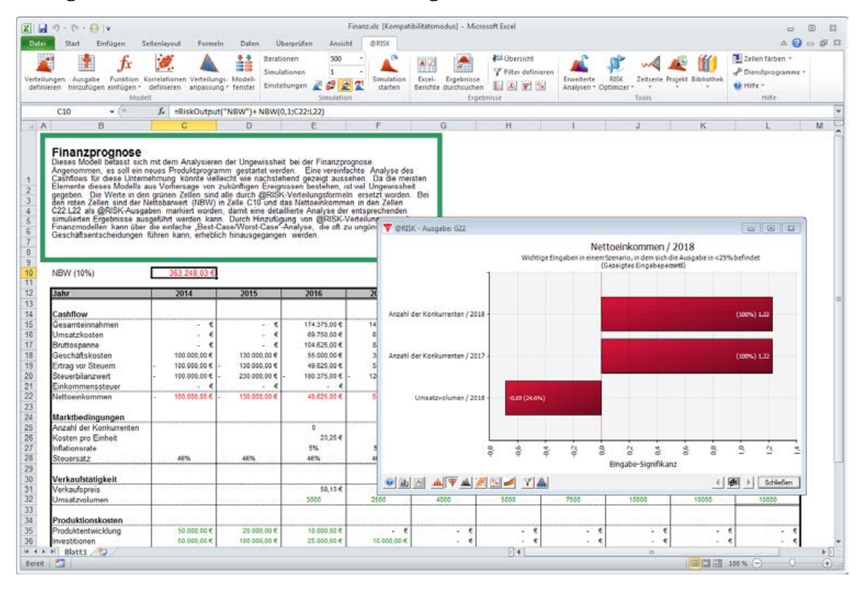
2) und zwar überlagert mit einem Punktdiagramm des erhobenen Eingabewertes im Vergleich zum berechneten Ausgabewert, sofern der Ausgabewert dem eingegebenen Szenario entspricht.



In der **Punktdiagramm-Matrix** werden Szenarioanalysenergebnisse in Rangordnung mithilfe von Punktdiagrammen angezeigt. Um die Punktdiagramm-Matrix anzuzeigen, müssen Sie unten links im **Szenarienfenster** auf das Symbol für **Punktdiagramm** klicken.

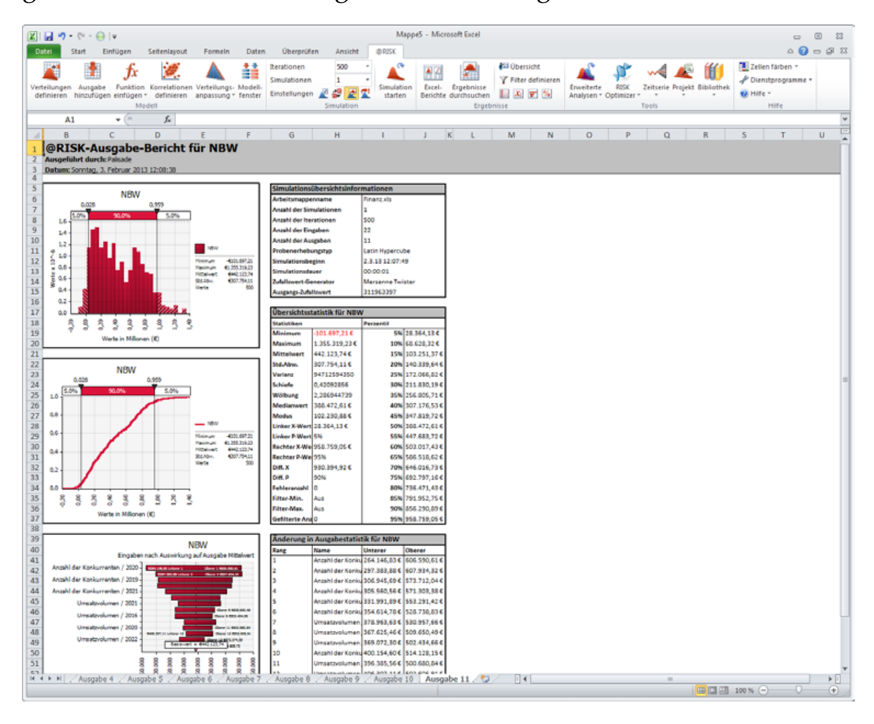
Tornado-Diagramm für Szenarien

Szenario-Analysenergebnisse können mithilfe von Tornado-Diagrammen grafisch dargestellt werden. Sie können ein Tornado-Diagramm erstellen, indem Sie im Szenarienfenster auf das Symbol für **Tornado-Diagramm** oder in einem Diagrammfenster auf das Symbol für **Szenarien** klicken. Dieses Tornado-Diagramm zeigt die wichtigsten Eingaben, die sich auf die Ausgabe auswirken, sofern die Ausgabe dem eingegebenen Szenario entspricht, z. B. wenn die Ausgabe über dem 90. Perzentil liegt.



Berichterstellung in Excel

Falls Sie die Simulationsberichte und Diagramme in Excel erstellen, haben Sie vollen Zugriff auf alle Formatierungsfähigkeiten in Excel. Des Weiteren können bei den in Excel erstellten @RISK-Berichten vordefinierte Vorlageblätter verwendet werden, die dann bereits die gewünschten Formatierungen, Titel und Logos enthalten. .



Mithilfe der Vorlageblätter können Sie einen genau auf Ihre Anforderungen zugeschnittenen Simulationsbericht erstellen. Über eine Reihe von @RISK-Funktionen, die dem Excel-Programm hinzugefügt werden, können auch Simulationsstatistiken und Diagramme in die Vorlage mit einbezogen werden. Sofern das Vorlageblatt eine Statistik- oder Diagrammfunktion enthält, wird bei Beendigung der Simulation eine Kopie dieses Vorlageblattes dazu benutzt, die gewünschten Statistiken und Diagramme zu generieren, damit der Bericht erstellt werden kann. Mit anderen Worten, das Originalvorlageblatt mit den @RISK-Funktionen bleibt unverändert bestehen und kann somit auch bei nachfolgenden Simulationen zum Erstellen der Berichte wieder verwendet werden.

Bei den Vorlageblättern handelt es sich um standardmäßige Excel-Kalkulationstabellen. Sie werden in @RISK dadurch identifiziert, dass sie einen Namen haben, der mit ***RiskTemplate_*** beginnt. Die diesbezüglichen Dateien können auch jede beliebige standardmäßige Excel-Formel enthalten, sodass mithilfe der Simulationsergebnisse benutzerdefinierte Berechnungen vorgenommen werden können.

@RISK-Symbole

Mithilfe der @RISK-Symbole können Sie schnell und mühelos die Vorgänge ausführen, die zur Konfiguration und Ausführung von Risikoanalysen erforderlich sind. Die @RISK-Symbole sind in der „Symbolleiste" der Kalkulationstabelle (d. h. in der standardmäßigen Excel-Symbolleiste oder in der normalen Befehlsleiste von Excel 2007 oder höher) bzw. in geöffneten Diagrammfenstern und in eine „Mini-Symbolleiste" zu sehen, die durch Gedrückthalten der linken Maustaste in Excel angezeigt werden kann. In diesem Abschnitt werden die einzelnen Symbole sowie die Funktionen, die über diese Symbole ausgeführt werden, und die Menübefehle, die diesen Symbolen entsprechen, kurz beschrieben.

Falls Sie @RISK Professional oder @RISK Industrial verwenden, sind zusätzliche Symbole für @RISK-Tools, wie z. B. **RISKOptimizer oder Project**, vorhanden.

@RISK-Befehlsleiste

Symbol	Symbolfunktion und Speicherort
Verteilungen definieren	**Bearbeitet in der aktuellen Zelle die in der Formel befindlichen Wahrscheinlichkeitsverteilungen oder fügt der Formel weitere Verteilungen hinzu** *Speicherort: Modellgruppe, Verteilungen definieren*
Ausgabe hinzufügen	**Fügt die momentan ausgewählte Kalkulationstabellenzelle (oder den ausgewählten Zellbereich) der Simulationsausgabe hinzu** *Speicherort: Modellgruppe, Ausgabe hinzufügen*
Funktion einfügen	**Fügt eine @RISK-Funktion in die Formel der aktiven Zelle ein.** *Speicherort: Modellgruppe, Funktion einfügen*
Korrelationen definieren	**Definiert die Korrelationen unter Wahrscheinlichkeitsverteilungen** *Speicherort: Modellgruppe, Korrelationen definieren*

Verteilungs-anpassung	**Passt die Verteilungen den Daten an** *Speicherort: Modellgruppe, Verteilungsanpassung*
Modell-fenster	**Zeigt die aktuellen Ausgabezellen an, und zwar zusammen mit allen Verteilungsfunktionen, die im @RISK-Modellfenster in das Arbeitsblatt eingegeben wurden** *Speicherort: Modellgruppe, Modellfenster*
Iterationen 500	**Stellt die Anzahl der auszuführenden Iterationen ein** *Speicherort: Simulationsgruppe, Iterationen*
Simulationen 1	**Legt die Anzahl der auszuführenden Simulationen fest** *Speicherort: Simulationsgruppe, Simulationen*
	Ermöglicht das Anzeigen und Ändern der aktuellen Simulationseinstellungen, einschließlich Anzahl der Iterationen, Anzahl der Simulationen, Probenerhebungstyp, standardmäßiger Neuberechnungsmethode, ausgeführter Makros und anderer Einstellungen *Speicherort: Simulationsgruppe, Simulationseinstellungen*
	Legt den Wertetyp (statischer oder Zufallswert) fest, der bei einer standardmäßigen Excel-Neuberechnung durch die @RISK-Verteilungsfunktion zurückgegeben wird *Speicherort: Simulationsgruppe, Statische Zufallsneuberechnung*
	Zeigt während oder nach einer Simulation automatisch das Ausgabediagramm an *Speicherort: Simulationsgruppe, Ausgabediagramm automatisch anzeigen*

	Schaltet den Demo-Modus ein oder aus *Speicherort: Simulationsgruppe, Demo-Modus*
Simulation starten	**Simuliert das aktuelle Arbeitsblatt oder die aktuellen Arbeitsblätter** *Speicherort: Simulationsgruppe, Simulation starten*
Excel-Berichte	**Führt Excel-Berichte aus** *Speicherort: Ergebnisgruppe, Excel-Berichte*
Ergebnisse durchsuchen	**Durchsucht die Ergebnisse im aktuellen Arbeitsblatt** *Speicherort: Ergebnisgruppe, Ergebnisse durchsuchen*
Übersicht	**Zeigt das Ergebnisübersichtsfenster an** *Speicherort: Ergebnisgruppe, Übersicht*
Filter definieren	**Definiert die Filter** *Speicherort: Ergebnisgruppe, Filter definieren*
	Zeigt das Detailstatistikfenster an *Speicherort: Ergebnisgruppe, Simulation – detaillierte Statistiken*
	Zeigt das Datenfenster an *Speicherort: Ergebnisgruppe, Simulationsdaten*
	Zeigt das Empfindlichkeitsanalysenfenster an *Speicherort: Ergebnisgruppe, Simulationsempfindlichkeiten*
	Zeigt das Szenario-Analysenfenster an *Speicherort: Ergebnisgruppe, Simulationsszenarien*
Erweiterte Analysen	**Führt eine erweiterte Analyse aus** *Speicherort: Tools-Gruppe, Erweiterte Analysen*

RISK Optimizer	**Führt eine Optimierung aus** *Speicherort: Tools-Gruppe, RISKOptimizer*
Zeitserie	**Ermöglicht die Arbeit mit Zeitserienfunktionen** *Speicherort: Tools-Gruppe, Zeitserie*
Projekt	**Ermöglicht das Erstellen von Simulationsmodellen für Projektablaufsplanungen** *Speicherort: Tools-Gruppe, Projekt*
Bibliothek	**Fügt der @RISK-Bibliothek Ergebnisse hinzu oder zeigt die Bibliothek an** *Speicherort: Tools-Gruppe, Bibliothek*
Zellen färben	**Färbt die @RISK-Funktionszellen** *Speicherort: Tools-Gruppe, Zellen färben*
Dienstprogramme	**Anwendungseinstellungen öffnen, Simulationsdatei öffnen, Fenster anzigen, @RISK-Daten löschen, @RISK Add-In entladen** *Speicherort: Tools-Gruppe, Dienstprogramme*
Hilfe	**Zeigt die @RISK-Hilfe an** *Speicherort: Tools-Gruppe, Hilfe*

Symbole im Diagrammfenster

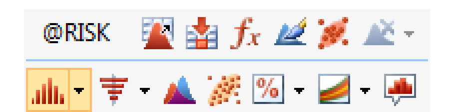
Folgende Symbole sind unten in Diagrammfenstern zu sehen. Je nach Typ des angezeigten Diagramms sind vielleicht nicht immer alle Symbole zu sehen.

Symbol	Symbolfunktion und entsprechender Befehl
	Zeigt das Dialogfeld „Diagrammoptionen" an *Entsprechender Befehl: „Diagrammoptionen"*
	Kopiert oder berichtet über das angezeigte Ergebnis *Entsprechender Befehl: Berichte*
	Stellt den Typ des anzuzeigenden Verteilungsdiagramms ein *Entsprechender Befehl: Diagrammoptionen > Typ*
	Stellt den Typ des anzuzeigenden Tornado-Diagramms ein *Entsprechender Befehl: Diagrammoptionen > Typ*

	Fügt dem angezeigten Diagramm eine Überlagerung hinzu *Entsprechender Befehl: Keiner*
	Erstellt ein Punktdiagramm unter Verwendung der Daten aus dem angezeigten Diagramm *Entsprechender Befehl: Keiner*
	Zeigt ein Tornado-Diagramm für ein Szenario oder bearbeitet Szenarien. *Entsprechender Befehl: Keiner*
	Erstellt ein Übersichtsdiagramm unter Verwendung der Daten aus dem angezeigten Diagramm *Entsprechender Befehl: Keiner*
	Fügt einem Punkt- oder Übersichtsdiagramm eine neue Variable hinzu *Entsprechender Befehl: Keiner*
	Wählt ein Diagramm aus einer Anzahl von auszuführenden Simulationen aus *Entsprechender Befehl: Keiner*
	Definiert einen Filter für das angezeigte Ergebnis *Entsprechender Befehl: Ergebnisse > Filter definieren*
	Passt einem simulierten Ergebnis entsprechende Verteilungen an *Entsprechender Befehl: Keiner*
	Vergrößert einen bestimmten Diagrammbereich *Entsprechender Befehl: Keiner*
	Setzt auf die standardmäßige Vergrößerungsskalierung zurück *Entsprechender Befehl: Keiner*
	Ändert ein frei bewegliches Diagramm in ein Diagramm, das mit der bezogenen Zelle verbunden ist *Entsprechender Befehl: Keiner*

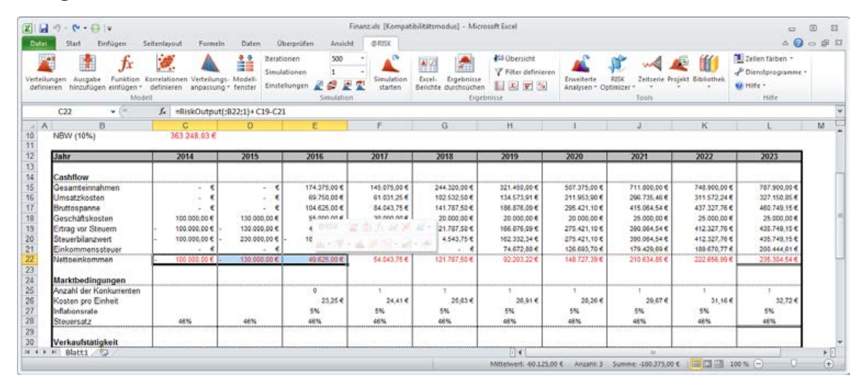
Mini-Symbolleiste von @RISK

Die Mini-Symbolleiste ist eine Popup-Symbolleiste, über die schnell @RISK-Diagramme erstellt und Wahrscheinlichkeitsverteilungen eingegeben werden können. Die Mini-Symbolleiste kann beim Auswählen in Excel durch Drücken der linken Maustaste angezeigt werden.



Die Mini-Symbolleiste ist kontextbezogen, d. h. die verfügbaren Schaltflächen hängen von den in Excel ausgewählten Zellen ab. Falls Sie mehrere Zellen (z. B. verschiedene Ausgabezellen) und dann ein Diagrammsymbol in der Mini-Symbolleiste wählen, wird außerdem jeweils a Diagramm für die einzelnen Ausgaben angezeigt. Auch kann die Mini-Symbolleiste dazu verwendet werden, ein Punkt-, Überlagerungs- oder Übersichtsdiagramm für die ausgewählten Zellen zu erstellen.

Über den @RISK-Befehl **Anwendungseinstellungen** im Menü **Dienstprogramme** kann die Anzeige der Mini-Symbolleiste ein- und ausgeschaltet werden.



Modellbefehle

Verteilung definieren

Befehl „Verteilung definieren“

Definiert die in die aktuelle Zellformel eingegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen oder aber bearbeitet diese

Über den Befehl **Verteilung definieren** wird das Popup-Fenster **Verteilung definieren** angezeigt. Mithilfe dieses Fensters können Sie den in der ausgewählten Zellformel enthaltenen Werten neue Wahrscheinlichkeitsverteilungen zuweisen. Dieses Fenster ermöglicht Ihnen außerdem auch, bereits in einer Zellformel enthaltene Verteilungen zu bearbeiten.

Im @RISK-Fenster **Verteilung definieren** können grafisch die Wahrscheinlichkeitsverteilungen dargestellt werden, die in der aktuellen Zelle für die Formelwerte eingesetzt werden können. Durch Änderung der angezeigten Verteilung ist zu erkennen, wie verschiedene Verteilungen den Bereich der möglichen Werte für eine unbestimmte Eingabe im Modell beschreiben würden. Auch wird durch die Statistik angezeigt, wie eine unbestimmte Eingabe durch die Verteilung definiert wird.

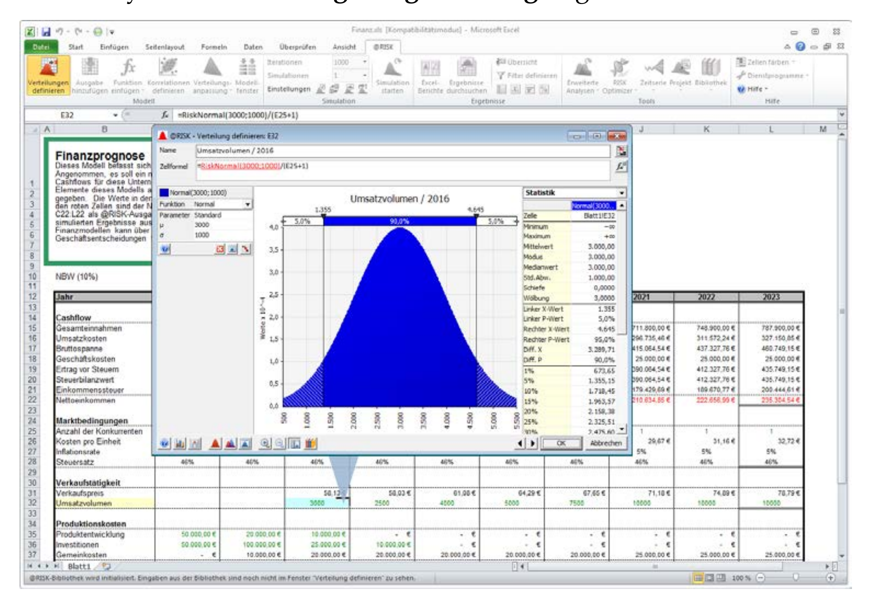
Mithilfe der grafischen Darstellung können Sie Mitarbeitern und anderen beteiligten Personen die Definition des Risikos veranschaulichen. Auf diese Weise kann sowohl der Bereich der für eine Eingabe möglichen Werte als auch die relative Auftretenswahrscheinlichkeit eines Wertes in diesem Bereich dargestellt werden. Mit anderen Worten, Verteilungsdiagramme ermöglichen Ihnen, mühelos die Wahrscheinlichkeitsschätzungen anderer Personen in Ihre Risikoanalysenmodelle mit einzubeziehen.

Verteilungs-definitionsfenster

Durch Klicken auf das Symbol für **Verteilungen definieren** wird das Fenster **Verteilung definieren** angezeigt. Während Sie in Ihrer Kalkulationstabelle auf die verschiedenen Zellen klicken, wird im Fenster **Verteilung definieren** jeweils die Formel der von Ihnen derzeit ausgewählten Zelle angezeigt. Drücken Sie auf **<Tab>,** um das Fenster in geöffneten Arbeitsmappen von einer Verteilungszelle zur anderen zu verschieben.

Alle vorgenommenen Änderungen und Bearbeitungen werden direkt der Zellformel hinzugefügt, wenn Sie a) auf eine andere Zelle klicken, um das Fenster **Verteilung definieren** auf die neue Formel zu verschieben, oder b) auf OK klicken, um das Fenster zu schließen.

Im Fenster **Verteilung definieren** sind eine **Primärkurve** – d. h. die Kurve für die in die Zellformel eingegebene Funktion – und bis zu 10 **Überlagerungskurven** zu sehen, die andere Verteilungen darstellen, die Sie vielleicht der Primärkurve überlagert angezeigt haben möchten. Um Überlagerungen hinzuzufügen, muss unten im Fenster auf das Symbol für **Überlagerung hinzufügen** geklickt werden.



Inhalt des Verteilungs-definierfensters



Das Verteilungsdefinierfenster besteht aus folgenden Elementen:

- **Name**. Hier wird der Standardname angezeigt, den @RISK für die Zelle identifiziert hat. Durch Klicken auf das Symbol für **Verweiseingabe** (d. h. auf das hinter dem Namen zu sehende Symbol) können Sie in Excel eine andere Zelle auswählen, die den von Ihnen verwendeten Namen enthält. Andernfalls geben Sie einfach einen Namen ein.
- **Zellformel**. Zeigt die aktuelle Zellformel an, einschließlich der @RISK-Verteilungsfunktionen. Diese Formel kann hier oder auch in Excel bearbeitet werden. Der in Rot gezeigte und unterstrichene Text bezieht sich auf die grafisch dargestellte Verteilung.
- **Verteilung auswählen**. Fügt der Zellformel die derzeit in der Verteilungspalette ausgewählte Verteilung hinzu. Als Kurzbefehl für **Verteilung auswählen** können Sie auch einfach auf die Verteilung doppelklicken, die Sie aus der angezeigten **Verteilungspalette** verwenden möchten.
- **Zum Favoriten machen.** Fügt der Registerkarte **Favoriten** der Palette die derzeit in der Verteilungspalette ausgewählte Verteilung hinzu.
- **Verteilungsleiste.** Um das Zellformelfeld größer oder kleiner zu machen, können Sie die Teilungsleiste zwischen Zellformelfeld und Diagramm nach oben oder unten verschieben, Sie können auch das Bedienfeld **Verteilungsargument** vergrößern, indem Sie die Teilungsleiste zwischen Bedienfeld und Diagramm links und rechts verschieben.

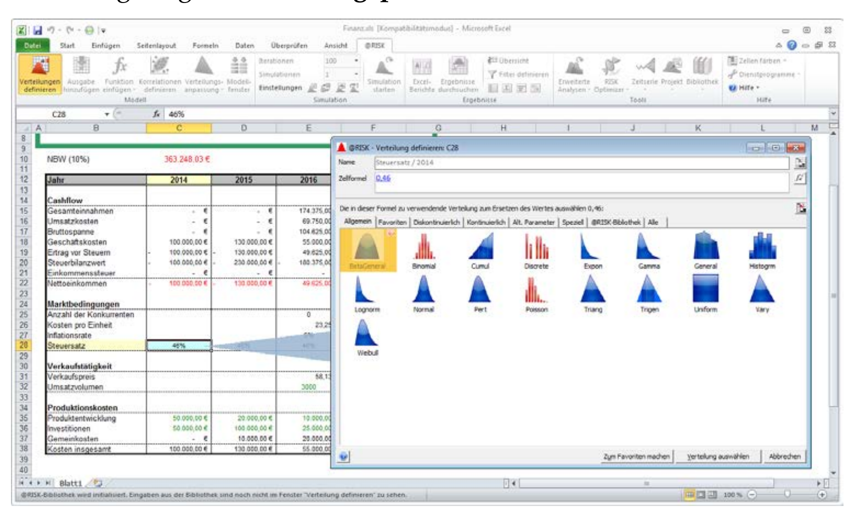
Zur Anzeige der den eingeblendeten Verteilungsdiagrammen zu Grunde liegenden Daten werden Gleitbegrenzer und Statistiken verwendet.

- **Gleitbegrenzer**. Gleitbegrenzer ermöglichen das Einstellen von Zielwahrscheinlichkeiten und das Skalieren der x-Achse, und zwar mithilfe der Maus. Summenwahrscheinlichkeiten können direkt im Verteilungsdiagramm eingestellt werden, und zwar unter Verwendung der angezeigten Wahrscheinlichkeitsbegrenzer. Durch Ziehen dieser Gleitbegrenzer können die **linken** und **rechten** *x*- und *p*-Werte geändert werden, die in der Wahrscheinlichkeitsleiste oberhalb des Diagramms zu sehen sind. Bei Neuskalierung der x-Achse spielt es keine Rolle, an welchem Ende der Achse die Gleitbegrenzer manipuliert werden.

- **Statistiken**. Die für die grafisch dargestellten Verteilungen angezeigten Statistiken (einschließlich Überlagerungen) können über die Registerkarte **Legende** des Dialogfelds **Diagrammoptionen** ausgewählt werden. Um dieses Dialogfeld anzuzeigen, müssen Sie unten links im Fenster auf das Symbol für **Diagrammoptionen** klicken.

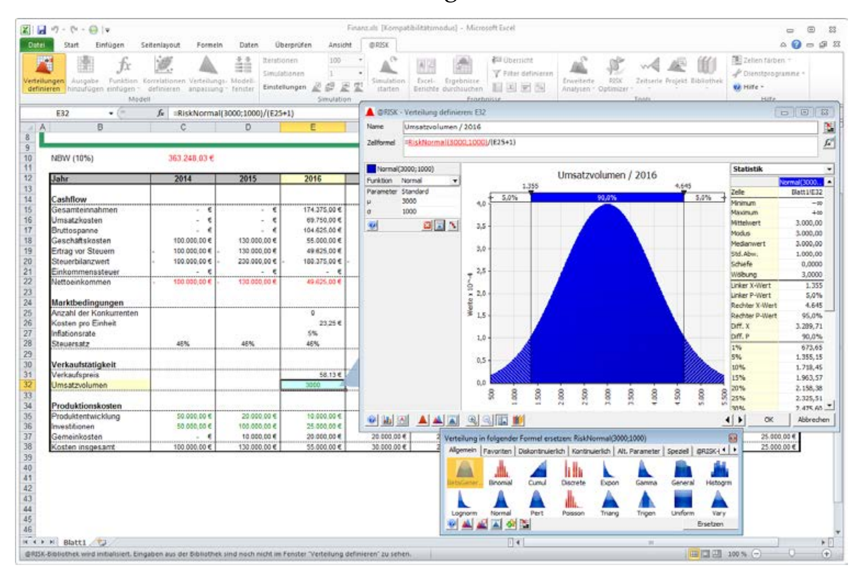
Verteilungspalette

Um einem bestimmten Wert in einer Zellformel eine Verteilung zuzuweisen, brauchen Sie nur auf den Wert klicken (der dann blau erscheint) und anschließend auf die Verteilung doppelklicken, die Sie in der angezeigten **Verteilungspalette** dazu verwenden möchten.



Ändern der Verteilung mittels Palette

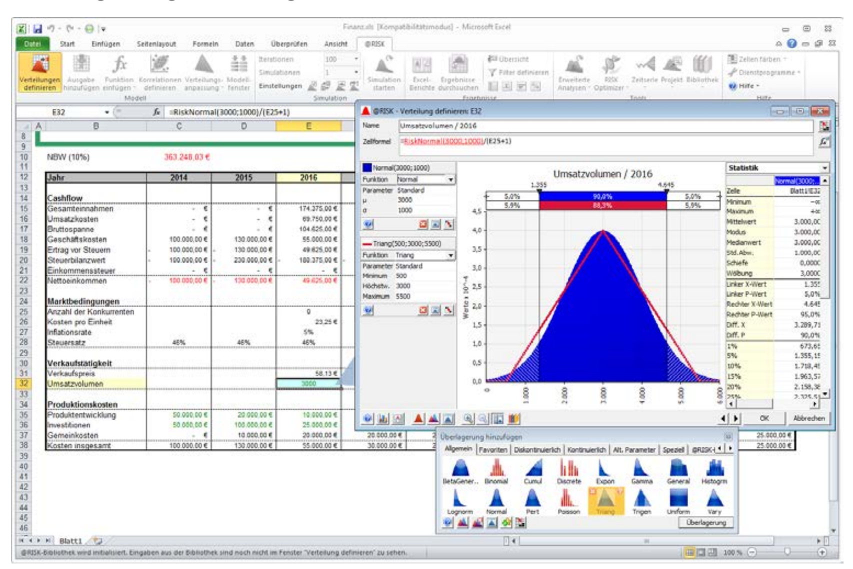
Sie ändern die in der Formel verwendete Verteilung, indem Sie unten im Fenster auf die Schaltfläche **Verteilung in Formel ersetzen** klicken und dann in der Palette auf die Verteilung doppelklicken, die anstatt der bis dahin bestehenden Verteilung verwendet werden soll.



Die kleine Version der Palette enthält unten in der Palette zusätzliche Symbole, die Ihnen ermöglichen, alle Überlagerungen zu löschen oder Favoriten auf der Registerkarte **Favoriten** anzuzeigen bzw. eine Verteilung auszuwählen, die Sie in einer Zelle in Excel verwenden möchten.

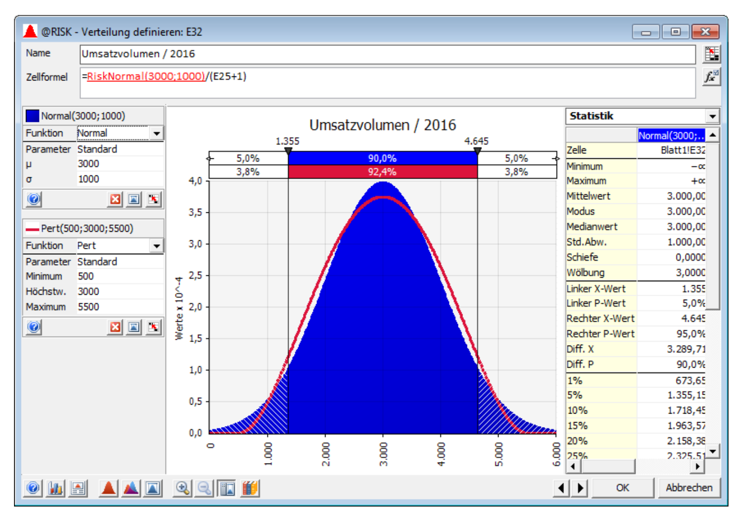
Hinzufügen von Überlagerungen mittels Palette

Um dem angezeigten Verteilungsdiagramm Überlagerungen hinzuzufügen, müssen Sie unten im Fenster auf das Symbol für **Überlagerung hinzufügen** klicken.



Bedienfeld „Verteilungs-argument“

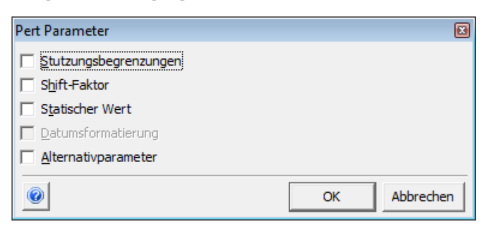
Argumentwerte können in das Bedienfeld **Verteilungsargument** oder auch direkt in die angezeigte Formel eingegeben werden. Dieses Bedienfeld ist links vom Diagramm zu sehen. Drehelemente ermöglichen Ihnen, die Parameterwerte schnell und mühelos zu ändern. Bei Überlagerungen können Sie über das Bedienfeld **Verteilungsargument** zwischen Eingabe von Argumenten für die Primärkurve und für die Überlagerungen hin und her schalten.



Im Bedienfeld **Verteilungsargument** stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- **Funktion**. Über diese Option wird der im Diagramm angezeigte Verteilungstyp ausgewählt, Das kann aber auch durch Auswahl eines Typs in der Verteilungspalette geschehen.

- **Parameter** Über diese Option wird der Argumentstyp für die Verteilung ausgewählt. Dabei kann es sich um **Stutzungsbegrenzungen, Shift-Faktoren, Datumsformatierung** und in vielen Fällen auch **Alternativparameter** handeln. **Sie können auch einen Eintrag für den statischen Wert anzeigen lassen, der für die Verteilung zurückgegeben werden soll.**



- Durch Auswahl von **Stutzungsbegrenzungen** wird ein Wert für **Minimalstutzung und Maximalstutzung** in das Bedienfeld **Verteilungsargument** eingegeben. Dadurch kann die Verteilung genau wie angegeben gestutzt werden.

- Über den **Shift-Faktor** kann ein Wert für die **Verschiebung** in das Bedienfeld **Verteilungsargument** eingegeben werden. Durch den **Shift-Faktor** kann die Domäne der Verteilung, in der die Funktion ***Shift*** verwendet wird, um den eingegebenen **Shift-Wert** verschoben werden.

- Durch Auswahl von **Alternativparametern** können alternative Parameter für die Verteilung eingegeben werden.

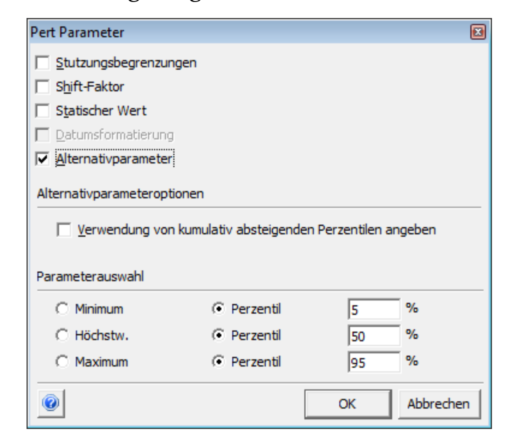
- Durch Auswahl von **Statischer Wert** kann der statische Wert für die Verteilung eingegeben werden.

- Durch Auswahl von **Datumsformatierung** wird @RISK angewiesen, im Bedienfeld **Verteilungsargument** Datumswerte anzuzeigen und auch für Diagramme und Statistiken nur Datumswerte zu verwenden. Aufgrund dieser Auswahl wird dann in Ihrer Verteilung die Eigenschaftsfunktion *RiskIsDate* platziert.

Hinweis: Im Dialogfeld „Anwendungseinstellungen" können Sie festlegen, dass Stutzungsbegrenzungen, Shift-Faktor und statischer Wert immer im Bedienfeld „Verteilungsargument" angezeigt werden sollen.

Alternativparameter

Alternativparameter geben Ihnen die Möglichkeit, Werte für bestimmte Perzentilpositionen einer Eingabeverteilung anstelle der üblichen Verteilungsattribute anzugeben. Die einzugebenden Perzentile werden über die Optionen für alternative Verteilungsparameter angegeben, die bei Auswahl von **Alternativparameter** angezeigt werden.



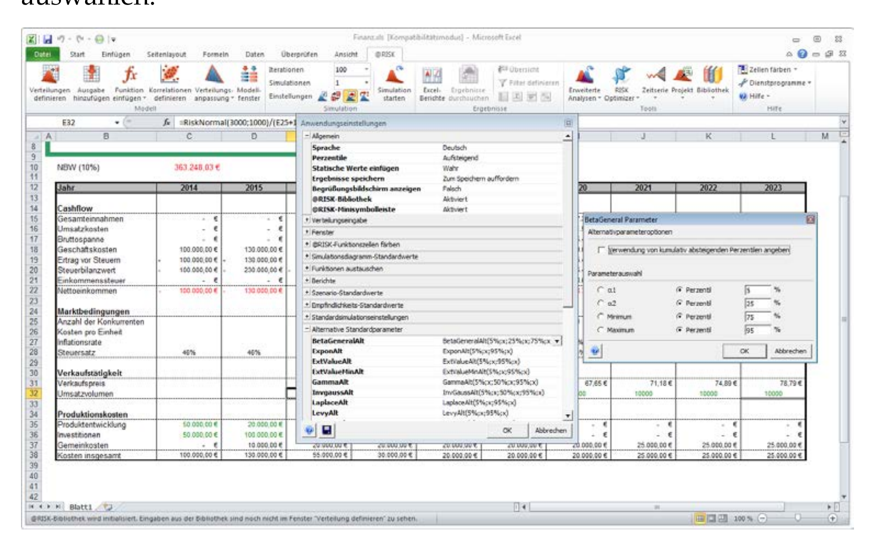
Bei Auswahl von **Alternativparameter** können Sie

- **Werte in kumulativ absteigenden Perzentilen angeben,** wodurch dann dafür gesorgt wird, dass die für Alternativparameter verwendeten Perzentile in Form von kumulativ absteigenden Wahrscheinlichkeiten angegeben werden. Durch die in diesem Fall eingegebenen Perzentile wird dann die Wahrscheinlichkeit angegeben, dass ein Wert über den X-Wert des eingegebenen Arguments hinausgeht.

Bei der Auswahl von Parametern können **Perzentilparameter** auch mit Standardparameters kombiniert werden, und zwar durch Klicken auf die entsprechenden runden Optionsfelder.

Standardwerte für alternative Parameter-verteilungen

Im Dialogfeld **Anwendungseinstellungen** können Sie die Standardparameter auswählen, die Sie als alternative Parameterverteilungen verwenden möchten, oder auch solche Verteilungstypen, die in ALT enden (wie z. B. RiskNormalAlt). Diese Standardparameter werden dann jedesmal verwendet, wenn Sie in der Verteilungspalette die Verteilung **Alternativparameter** auswählen.



Symbole im Bedienfeld „Verteilungs-argument“

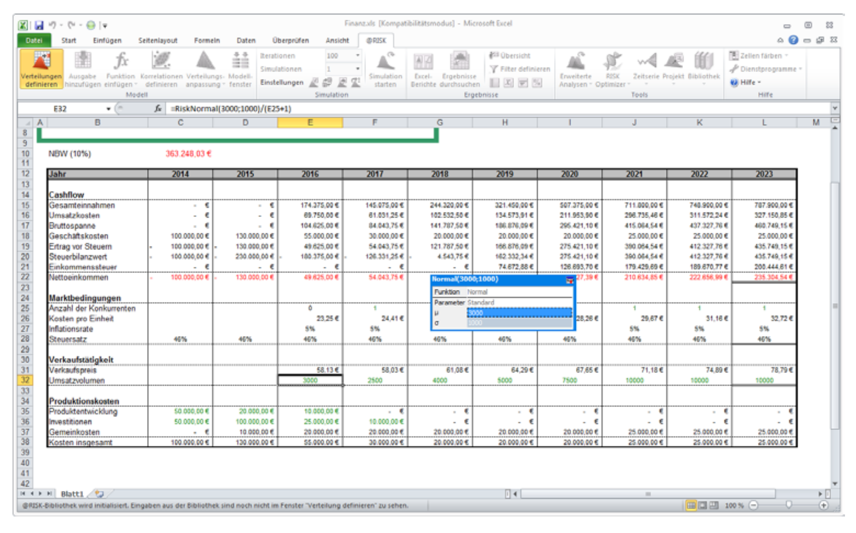
Über die Symbole im Bedienfeld **Verteilungsargument** können Kurven gelöscht und die Verteilungspalette angezeigt werden. Auch besteht die Möglichkeit, Excel-Zellverweise als Argumentwerte zu verwenden.

Im Bedienfeld **Verteilungsargument** stehen folgende Symbole zur Verfügung:

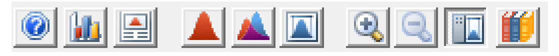
löscht die Kurve, deren Argumente im ausgewählten Bereich des Bedienfelds **Verteilungsargument** angezeigt werden.

zeigt die Verteilungspalette an, um einen neuen Verteilungstyp für die betreffende Kurve auswählen zu können.

zeigt das Bedienfeld „Verteilungsargument“ an, und zwar in einem Modus, der es ermöglicht, **Excel-Zellverweise** für Argumentswerte auszuwählen. In diesem Modus brauchen Sie in Excel nur auf die Zellen klicken, die die gewünschten Argumentswerte enthalten. Wenn Sie damit fertig sind, müssen Sie oben im Fenster auf das Symbol für **Verweiseingabe abweisen** klicken.

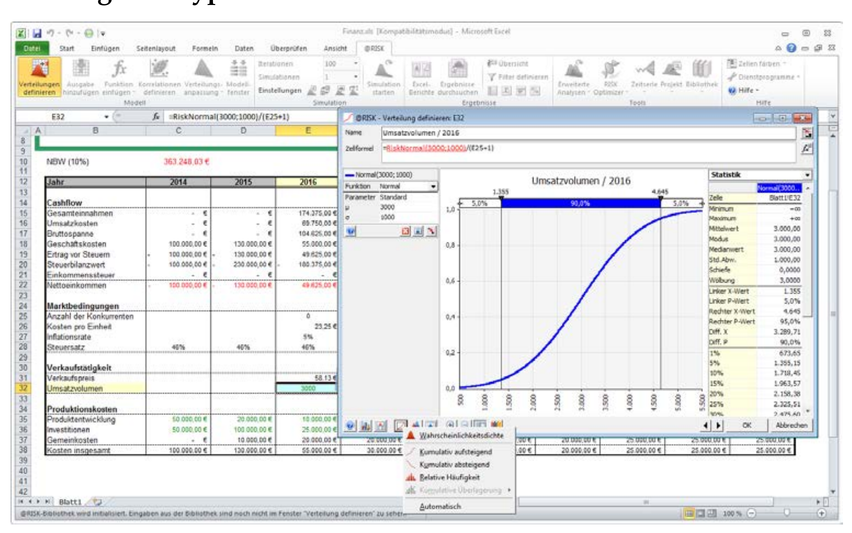


Das Bedienfeld **Verteilungsargument** kann auf Wunsch auch ausgeblendet werden. Über die nachstehend gezeigte zweite Schaltfläche von rechts können Sie unten im Fenster das Bedienfeld ein- oder ausblenden:



Änderung des Diagrammtyps

Im Fenster **Verteilung definieren** (sowie auch in anderen Diagrammfenstern) kann der Typ des angezeigten Diagramms geändert werden, indem Sie unten links im Fenster auf das Symbol für **Diagrammtyp** klicken.

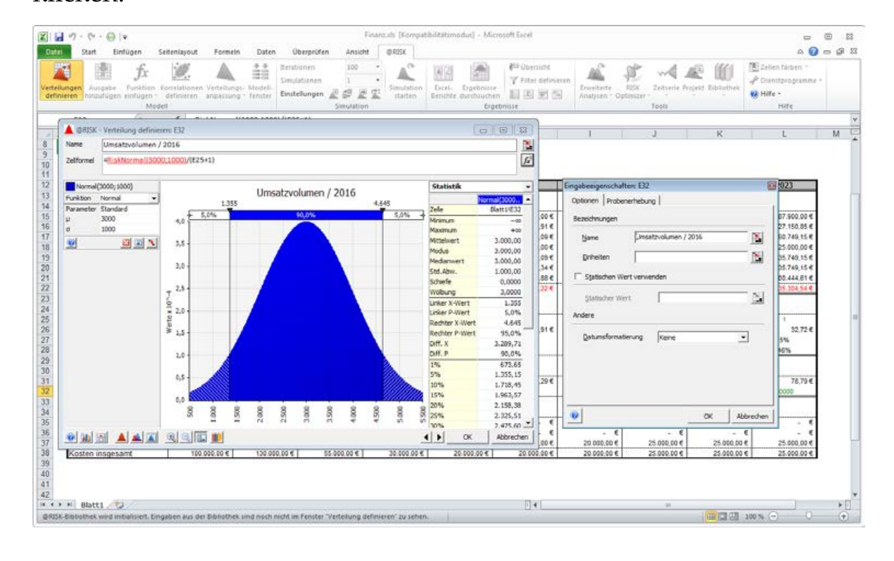


Eingabeeigenschaften

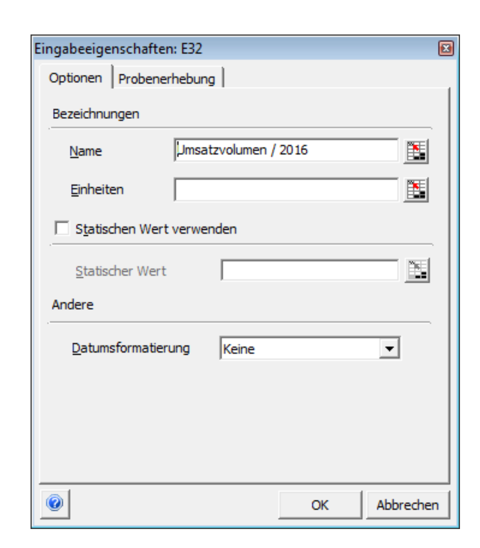
Für die @RISK-Verteilungsfunktionen gibt es sowohl erforderliche als auch optionale Argumente. Bei den erforderlichen Argumenten handelt es sich um die Zahlenwerte, durch die Bereich und Form der Verteilung definiert werden. Alle anderen Argumente, wie z. B. Name, Stutzung, Korrelation usw., sind optional und brauchen nur bei Bedarf eingegeben werden. Diese optionalen Argumente werden mithilfe von Eigenschaftsfunktionen über das Popup-Fenster **Eingabeeigenschaften** eingegeben.

Durch Klicken auf das Symbol **fx** am Ende des Zellformeltextfelds wird das Fenster **Eingabeeigenschaften** angezeigt.

In vielen Eigenschaften können Zellverweise auf Excel-Zellen verwendet werden. Um einen Zellverweis hinzuzufügen, brauchen Sie nur auf das Symbol für **Verweiseingabe** neben der Eigenschaft klicken.



Eingabeeigenschaften – Registerkarte „Optionen“



Auf der Registerkarte **Optionen** des Fensters **Eingabeeigenschaften** sind folgende Verteilungseigenschaften zu sehen:

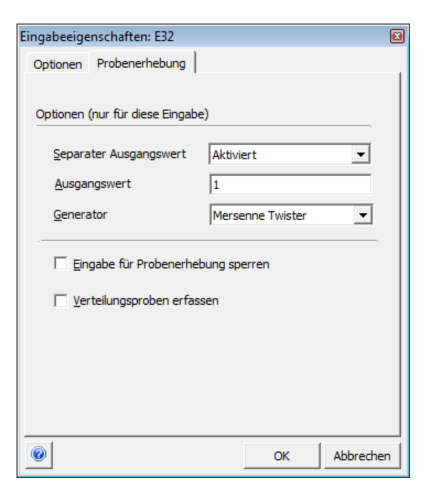
- **Name**. Dies ist der Name, den @RISK in Berichten und Diagrammen für die Eingabeverteilung verwenden wird. Anfangs wird ein Standardname angezeigt, der durch @RISK aus Zeilen- und Spaltenüberschriften ermittelt wurde. Bei Änderung dieses Standardnames wird der eingegebenen Verteilungsfunktion die Eigenschaftsfunktion ***RiskName*** hinzugefügt, um den definierten Namen aufzunehmen.

- **Einheiten**. Dies sind die Einheiten, die @RISK für die Eingabeverteilung verwendet, um in Diagrammen die x-Achse zu beschriften. Wenn Einheiten eingegeben werden, wird der eingegebenen Verteilungsfunktion die Eigenschaftsfunktion ***RiskUnits*** hinzugefügt, um die definierten Einheiten aufzunehmen.

- **Statischen Wert verwenden**. Dies ist der Wert, den die Verteilung 1) in normalen (d. h. in nicht zufälligen) Excel-Neuberechnungen zurückgeben, und der 2) beim Austausch von @RISK-Funktionen für die Eingabeverteilung substituiert wird. Bei Eingabe einer neuen Eingabeverteilung über das Fenster **Verteilung definieren** wird der statische Wert auf den in der Formel durch die Verteilung ersetzten Wert eingestellt. Wenn kein statischer Wert eingegeben wird, verwendet @RISK entweder den erwarteten Wert, Medianwert, Moduswert oder ein Perzentil für die Verteilung, und zwar 1) in normalen (d. h. in nicht zufälligen) Excel-Neuberechnungen und 2) beim Austausch von @RISK-Funktionen. Bei Eingabe eines statischen Wertes wird dagegen der eingegebenen Verteilungsfunktion die Eigenschaftsfunktion ***RiskStatic*** hinzugefügt, um den definierten Wert aufzunehmen.

- **Datumsformatierung**. Legt fest, ob die Eingabedaten in Berichten und Diagrammen als Datumswerte behandelt werden sollen. Durch die Einstellung **Automatisch** wird festgelegt, dass @RISK die Datumsdaten automatisch erkennen soll, und zwar wird dazu das Format der Zelle verwendet, in der sich die Eingabe befindet. Durch Auswahl von **Aktiviert** wird @RISK gezwungen, in Diagrammen und Statistiken für die Eingabe stets Datumswerte zu verwenden, ganz gleich, um welches Zellenformat es sich handelt. Entsprechend wird @RISK durch Auswahl von **Deaktiviert** angewiesen, Diagramme und Statistiken für die Eingabe stets im numerischen Format zu erstellen, ganz gleich, um welches Zellenformat es sich handelt. Bei Auswahl von **Aktiviert** oder **Deaktiviert** wird für die Datumseinstellung automatisch die Eigenschaftsfunktion **RiskIsDate** eingegeben.

Eingabeeigen-schaften – Registerkarte „Probenerhebung“



Auf der Registerkarte **Probenerhebung** des Fensters **Eingabeeigenschaften** sind folgende Verteilungseigenschaften zu sehen:

- **Separater Ausgangswert**. Mithilfe dieses Wertes wird der Ausgangswert für diese Eingabe eingestellt, die während der Simulation verwendet wird. Durch Einstellung eines Ausgangswertes für eine bestimmte Eingabe wird sichergestellt, dass jedes diese Eingabeverteilung verwendende Modell während einer Simulation mit dem gleichen Satz von Werteproben für die Eingabe arbeitet. Dies ist recht nützlich, wenn die gleichen Eingabeverteilungen für mehrere Modelle freigegeben sind, die alle die @RISK-Bibliothek verwenden.

- **Eingabe für Probenerhebung sperren**. Hierdurch können während einer Simulation keine Werteproben aus der Eingabe erhoben werden. Eine gesperrte Eingabe gibt (falls angegeben) ihren statischen oder vielleicht den erwarteten Wert zurück bzw. den Wert, der im Dialogfeld **Simulationseinstellungen** über die Optionen unter **Wenn keine Simulation, dann Verteilungsrückgabe** angegeben wurde.

- **Verteilungsproben erfassen**. Hierdurch wird @RISK angewiesen, Werteproben für die Eingabe zu erfassen, wenn auf der Registerkarte **Probenerhebung** des Dialogfelds **Simulationseinstellungen** die Option **Mit „Erfassen“ markierte Eingaben** ausgewählt ist. Bei Auswahl dieser Option werden nur die mit **Erfassen** markierten Eingaben nach einer Simulation in Empfindlichkeitsanalysen, Statistiken und Diagramme mit einbezogen.

Ausgabe hinzufügen

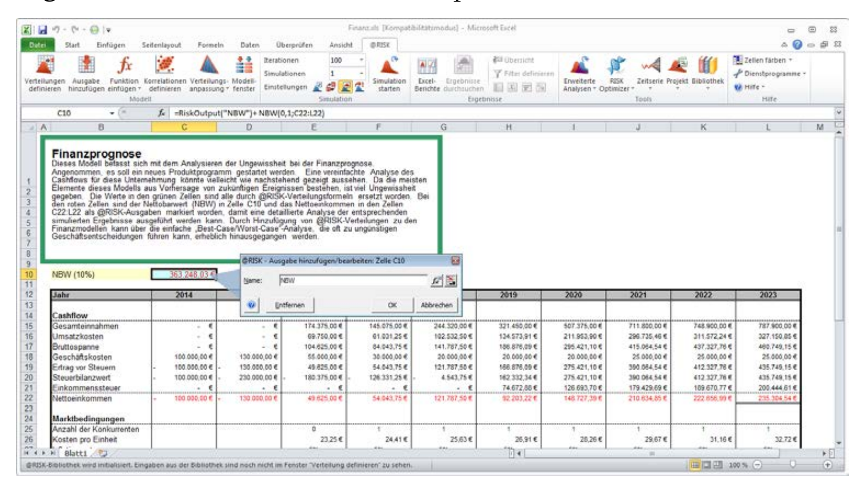
Befehl „Ausgabe hinzufügen“

Fügt der Simulation eine Zelle oder ein Zellbereich als Ausgabe oder Ausgabebereich hinzu

Wenn Sie auf das Symbol für **Ausgabe hinzufügen** klicken, wird der Simulation der derzeit ausgewählte Bereich von Arbeitsblattzellen hinzugefügt. Für jede ausgewählte Ausgabezelle wird dann eine Verteilung von möglichen Resultaten generiert. Solche Wahrscheinlichkeitsverteilungen entstehen dadurch, dass die für eine Zelle berechneten Werte bei jeder Simulationsiteration erfasst werden.

Wenn der ausgewählte Ausgabebereich mehrere Zellen beinhaltet, kann ein Übersichtsdiagramm erstellt werden. Sie könnten z. B. im Arbeitsblatt alle Zellen einer Zeile als einen Ausgabebereich auswählen. Die Ausgabeverteilungen aus diesen Zellen würden dann in einem Übersichtsdiagramm zusammengefasst. Es könnte auch eine separate Wahrscheinlichkeitsverteilung für irgendeine Zelle im Bereich angezeigt werden.

Außerdem werden die Ergebnisse der Empfindlichkeits- und Szenario-Analyse für jede Ausgabezelle getrennt angezeigt. Weitere Informationen über diese Analysen finden Sie im Abschnitt **Ergebnisübersichtsfenster** dieses Kapitels.



RiskOutput-Funktionen

Beim Hinzufügen einer Zelle zu einer Simulationsausgabe, wird die Funktion *RiskOutput* in der Zelle platziert. Diese Funktionen ermöglichen ein müheloses Kopieren, Einfügen und Verschieben von Ausgabezellen. *RiskOutput*-Funktionen können auch direkt in die Formeln eingegeben werden (genauso wie das bei standardmäßigen Excel-Funktionen der Fall ist), sodass der Befehl **Ausgabe hinzufügen** dann nicht benötigt wird. Außerdem geben Ihnen diese Funktionen die Möglichkeit, die Simulationsausgaben zu benennen und den Ausgabebereichen einzelne Ausgabezellen hinzuzufügen. Eine typische *RiskOutput*-Funktion könnte z. B. wie folgt aussehen:

=RiskOutput("Profit")+NBW(0,1;H1:H10)

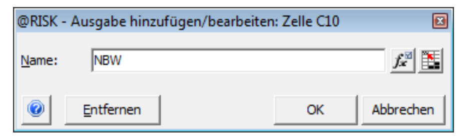
wobei die Zelle vor Auswahl als Simulationsausgabe dann einfach die Formel

= NBW(0,1;H1:H10) enthielt.

Durch die Funktion *RiskOutput* wird die Zelle hier als Simulationsausgabe ausgewählt und erhält die Bezeichnung „Profit“. Weitere Informationen über *RiskOutput*-Funktionen finden Sie im Abschnitt **Referenz:** @RISK-Funktionen.

Benennung einer Ausgabe

Bei Hinzufügung einer Ausgabe haben Sie die Möglichkeit, dieser einen Namen zu geben oder aber den von @RISK identifizierten Standardnamen zu verwenden. Sie können einen Verweis auf die den Namen enthaltende Excel-Zelle eingeben, indem Sie einfach auf die gewünschte Zelle klicken. Der Name (falls kein @RISK-Standardname) wird dann als Argument der Funktion *RiskOutput* hinzugefügt, die zum Identifizieren der Ausgabezelle verwendet wird.



Ein Name kann jederzeit durch a) Bearbeitung des Namensarguments für die Funktion *RiskOutput* oder b) durch Neuauswahl der Ausgabezelle und erneutes Klicken auf das Symbol für **Ausgabe hinzufügen** oder c) durch Änderung des im Modellfenster für die Ausgabe gezeigten Namens modifiziert werden.

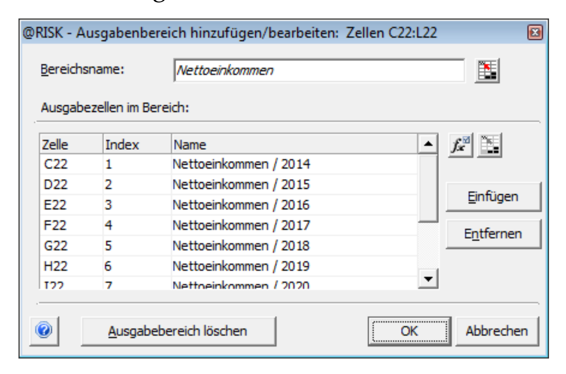
Hinzufügung eines Simulationsausgabebereichs

So fügen Sie der Simulation einen neuen Ausgabebereich hinzu:

1) Markieren Sie in der Kalkulationstabelle den Zellbereich, welcher der Simulation als Ausgabebereich hinzugefügt werden soll. Falls der Bereich aus mehreren Zellen besteht, können Sie die Zellen durch Ziehen der Maus alle auf einmal markieren.

2) Klicken Sie auf das Symbol für **Ausgabe hinzufügen**, d. h. auf das Symbol mit nur einem roten Pfeil.

3) Geben Sie den Namen des Ausgabebereichs sowie auch der einzelnen Zellen im Bereich in das angezeigte Fenster **Ausgabebereich hinzufügen** ein. Durch Auswahl der Ausgabe in der Tabelle und Klicken auf das Symbol **fx** können Sie auch Eigenschaften für einzelne Ausgabezellen im Bereich hinzufügen.

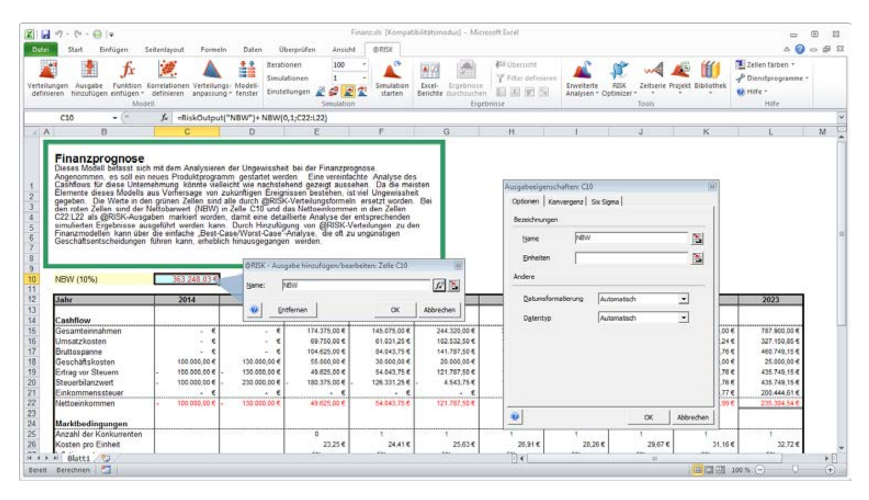


Ausgabeeigenschaften

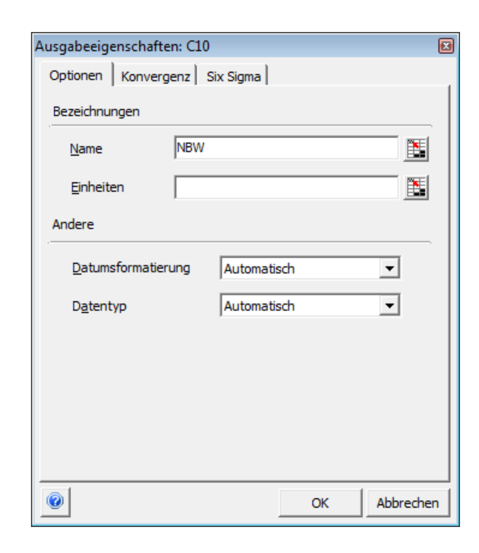
@RISK-Ausgaben (die durch die Funktion ***RiskOutput*** definiert werden) sind mit optionalen Argumenten versehen, durch die Eigenschaften, wie z. B. Name und Einheiten, angegeben werden, die nötigenfalls zusätzlich eingegeben werden können. Diese optionalen Argumente werden mithilfe von Eigenschaftsfunktionen über das Popup-Fenster **Ausgabeeigenschaften** eingegeben.

Durch Klicken auf das Symbol **fx** am Ende des Textfeldes **Name** wird das Fenster **Ausgabeeigenschaften** angezeigt.

In vielen Eigenschaften können Zellverweise auf Excel-Zellen verwendet werden. Um einen Zellverweis hinzuzufügen, brauchen Sie nur auf das Symbol für **Verweiseingabe** neben der Eigenschaft klicken.



Ausgabeeigen-schaften – Registerkarte „Optionen“



Auf der Registerkarte **Optionen** des Fensters **Ausgabeeigenschaften** können folgende Ausgabeeigenschaften eingegeben werden:

- **Name**. Dies ist der Name, den @RISK in Berichten und Diagrammen für die Ausgabe in Berichten und Diagrammen verwenden wird. Anfangs wird ein Standardname angezeigt, der durch @RISK aus Zeilen- und Spaltenüberschriften ermittelt wurde.

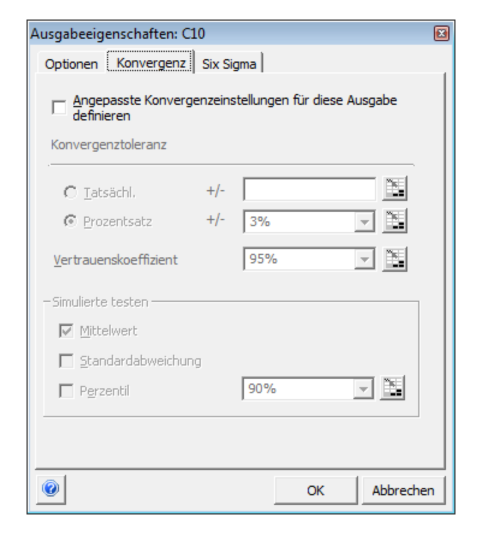
- **Einheiten**. Dies sind die Einheiten, die @RISK für die Ausgabe verwendet, um in Diagrammen die x-Achse zu beschriften. Wenn Einheiten eingegeben werden, wird der eingegebenen Verteilungsfunktion die Eigenschaftsfunktion ***RiskUnits*** hinzugefügt, um die definierten Einheiten aufzunehmen.

- **Datentyp** Durch den Datentyp wird die Art von Daten angegeben, die während eine Simulation für die Ausgabe erfasst werden (z. B. **kontinuierliche** oder **diskontinuierliche** Daten). Durch Einstellung auf **automatisch** wird angegeben, dass @RISK automatisch den durch den erstellten Datensatz beschriebenen Datentyp erkennen und für diesen Typ entsprechende Diagramme generieren soll. Die Auswahl von **diskontinuierlich** veranlasst @RISK, stets Diagramme und Statistiken für Ausgabe in diskontinuierlicher Form zu erstellen Die Auswahl von **kontinuierlich** veranlasst @RISK, stets Diagramme und Statistiken für Ausgabe in kontinuierlicher Form zu erstellen Bei Auswahl von **diskontinuierlich** oder **kontinuierlich** wird die

Eigenschaftsfunktion **RiskIsDiscrete** für die Ausgabe in die entsprechende Funktion **RiskOutput** eingegeben.

- **Datumsformatierung**. Kennzeichnet, ob die Ausgabedaten in Berichten und Diagrammen als Datumswerte behandelt werden sollen. Durch die Einstellung **Automatisch** wird angegeben, dass @RISK die Datumsdaten automatisch erkennen soll, und zwar wird dazu das Format der Zelle verwendet, in der sich die Ausgabe befindet. Durch Auswahl von **Aktiviert** wird @RISK gezwungen, in Diagrammen und Statistiken für die Ausgabe stets Datumswerte zu verwenden, ganz gleich, um welches Zellenformat es sich handelt. Entsprechend wird @RISK durch Auswahl von **Deaktiviert** angewiesen, Diagramme und Statistiken für die Ausgabe stets im numerischen Format zu erstellen, ganz gleich, um welches Zellenformat es sich handelt.

Ausgabeeigenschaften – Registerkarte „Konvergenz“



Die Einstellungen zur Überwachung der Konvergenz einer Ausgabe werden auf der Registerkarte **Konvergenz** vorgenommen. Dies schließt folgende Einstellungen ein:

- **Konvergenztoleranz**. Legt die Toleranz fest, die für die zu testende Statistik zulässig ist. Aus den vorstehenden Einstellungen geht beispielsweise hervor, dass der Mittelwert der Ausgabe so simuliert werden soll, dass er nicht mehr als 3% vom tatsächlichen Wert abweicht.

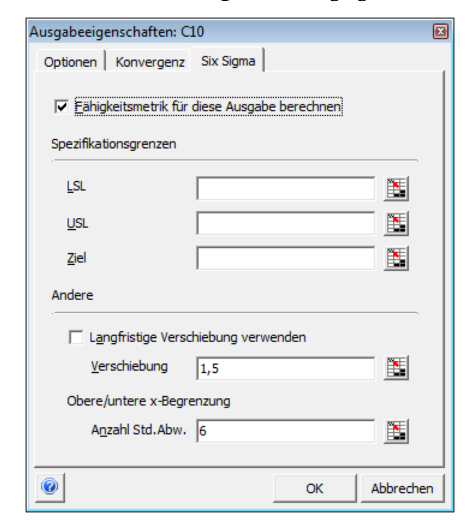
- **Aussagewahrscheinlichkeit**. Gibt die Aussagewahrscheinlichkeit für Ihre Schätzung an. Aus den vorstehenden Einstellungen geht beispielsweise hervor, dass

Ihre Schätzung des Mittelwerts für die simulierte Ausgabe (innerhalb der eingegebenen Toleranz) 95% der Zeit korrekt sein soll.

- **Simulierte testen**. Gibt die Statistik der einzelnen Ausgaben an, die getestet werden sollen.

Alle Konvergenzüberwachungseinstellungen werden über die Eigenschaftsfunktion ***RiskConvergence*** eingegeben.

Ausgabeeigen-schaften – Registerkarte „Six Sigma“



Die Standardeinstellungen für eine in „Six Sigma“-Berechnungen zu verwendende Ausgabe werden auf der Registerkarte **Six Sigma** vorgenommen. Es handelt sich dabei um folgende Einstellungen:

- **Fähigkeitsmetrik für diese Ausgabe berechnen**. Legt fest, dass die Fähigkeitsmetrik in den Berichten und Diagrammen dieser Ausgabe angezeigt werden soll. Für diese Metrik werden die eingegebenen LSL-, USL- und Zielwerte verwendet.

- **LSL**, **USL** und **Ziel**. Stellt die LSL (untere Spezifikationsgrenze), USL (obere Spezifikationsgrenze) und die Zielwerte für die Ausgabe ein.

- **Langfristige Verschiebung verwenden und Verschiebung.** Legt eine optionale Berechnungsverschiebung der langfristigen Fähigkeitsmetrik fest.

- **Obere/untere x-Begrenzung.** Die Anzahl der Standardabweichungen rechts oder links vom Mittelwert, die zur Berechnung des oberen oder unteren Werts der x-Achse verwendet werden.

Die eingestellten Six Sigma-Werte werden in die Eigenschaftsfunktion ***RiskSixSigma*** eingegeben. Nur Ausgaben, die eine Eigenschaftsfunktion ***RiskSixSigma*** enthalten, können in Diagrammen und Berichten die Six Sigma-Markierungen und -Statistik anzeigen. Die Six Sigma-Statistikfunktionen in Excel-Arbeitsblättern können auf alle Ausgabezellen Bezug nehmen, die die Eigenschaftsfunktion ***RiskSixSigma*** enthalten.

Hinweis: In @RISK werden für alle Diagramme und Berichte die LSL-, USL- und Zielwerte aus „RiskSixSigma"-Eigenschafts-funktionen verwendet, die bei Start de betreffenden Simulation vorhanden waren. Wenn Sie die Spezifikationsgrenzen für eine Ausgabe (und die zugehörige Eigenschaftsfunktion „RiskSixSigma") ändern, müssen Sie die Simulation erneut ausführen, um die veränderten Diagramme und Berichte sehen zu können.

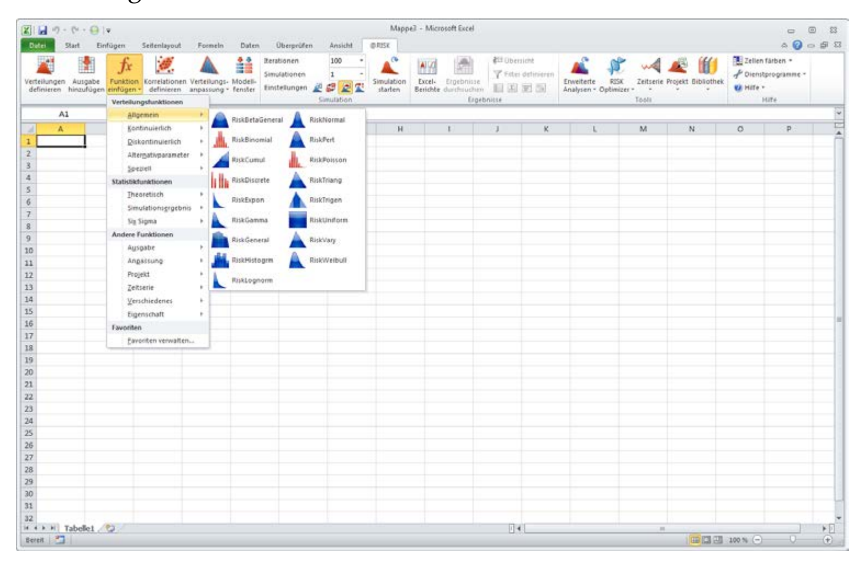
Funktion einfügen

Befehl „Funktion einfügen“

Fügt eine @RISK-Funktion in die aktive Zelle ein.

@RISK bietet eine Vielfalt von angepassten Funktionen, die in Excel-Formeln zum Definieren von Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Anzeigen von Simulationsstatistiken und Ausführen anderer Modellierungsaufgaben verwendet werden können. Der @RISK-Befehl **Funktion einfügen** ermöglicht Ihnen, auf schnelle Weise eine @RISK-Funktion in Ihr Kalkulationstabellenmodell einzufügen. Sie können auch eine Liste von bevorzugten Funktionen einrichten, auf die dann jederzeit schnell zugegriffen werden kann. Wenn der @RISK-Befehl **Funktion einfügen** verwendet wird, ist das Dialogfeld **Funktionsargumente einfügen** zu sehen, über das in Excel Argumente für die Funktionen eingegeben werden können.

Falls der @RISK-Befehl **Funktion einfügen** dazu verwendet wird, eine Verteilungsfunktion einzugeben, kann auch ein Diagramm der Verteilungsfunktion angezeigt werden. Genau wie im Fenster **Verteilung definieren**, können Sie diesem Diagramm Überlagerungen bzw. Eigenschaftsfunktionen für Eingaben hinzufügen oder sogar die Art der einzugebenden Verteilungsfunktion ändern.



Verfügbare Kategorien von @RISK-Funktionen

Über den Befehl **Funktion einfügen** können folgende drei Kategorien von @RISK-Funktionen eingegeben werden:

- **Verteilungsfunktionen**, wie z. B. RiskNormal, RiskLognorm und RiskTriang
- **Statistikfunktionen**, wie z. B. RiskMean, RiskTheoMode und RiskPNC
- **Andere Funktionen,** wie z. B. RiskOutput, RiskResultsGraph und RiskConvergenceLevel

Weitere Informationen zu den @RISK-Funktionen, die über den Befehl **Funktion einfügen** eingegeben werden können, sind in diesem Handbuch im Abschnitt **Referenz: @RISK-Funktionen** zu finden.

Favoriten verwalten

Die von Ihnen gewählten @RISK-Funktionen werden unter der Bezeichnung **Favoriten** aufgelistet, damit Sie im Menü **Funktion einfügen** oder über die Registerkarte **Favoriten** der Verteilungspalette schnell darauf zugreifen können Über den Befehl **Favoriten verwalten** wird eine Liste aller verfügbaren @RISK-Funktionen angezeigt, damit Sie auf einfache Weise die von Ihnen gewöhnlich verwendeten Funktionen auswählen können.

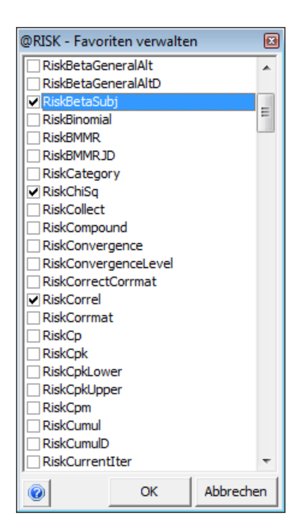


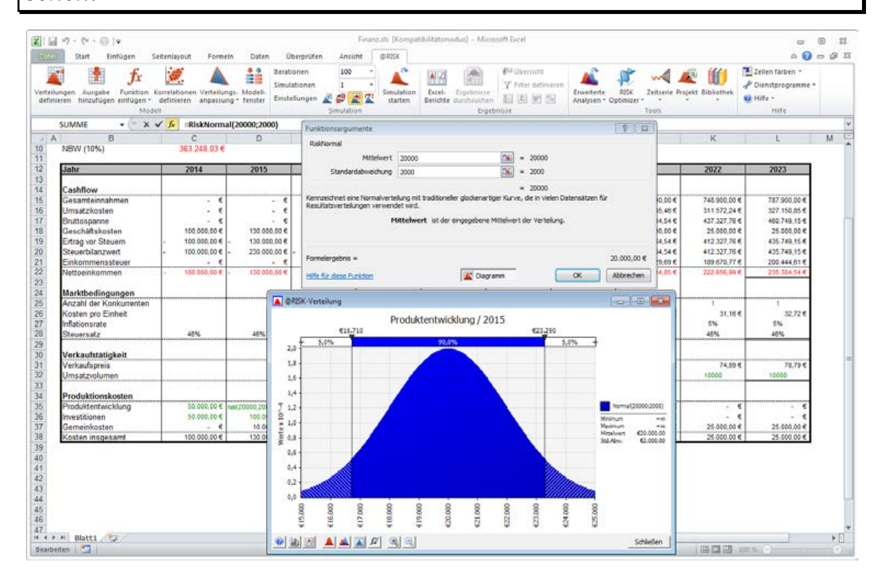
Diagramme der Verteilungsfunktionen über den Befehl „Funktion einfügen“

Wenn der @RISK-Befehl **Funktion einfügen** dazu verwendet wird, eine Verteilungsfunktion einzugeben, kann gleichzeitig ein Diagramm der Verteilungsfunktion angezeigt werden. Dieses Diagramm kann auch jeweils angezeigt werden, wenn Sie in Excel eine @RISK-Verteilung über das Dialogfeld **Funktionsargumente** bearbeiten, indem Sie z. B. auf das kleine Symbol ***Fx*** in der Formelleiste klicken oder den Befehl **Funktion einfügen** verwenden.

Wenn Sie in Excel im Dialogfeld **Funktionsargumente** auf **Diagramm** klicken, kann dadurch ein Diagramm der betreffenden Verteilungsfunktion ein- oder ausgeblendet werden.

Falls die @RISK-Verteilungsfunktionen in Excel nicht neben dem Dialogfeld **Funktionsargumente** grafisch angezeigt werden sollen, müssen Sie im @RISK-**Dienstprogramm** im Menü **Anwendungseinstellungen** über den Befehl **Funktion einfügen** die Option **Diagrammfenster** deaktivieren.

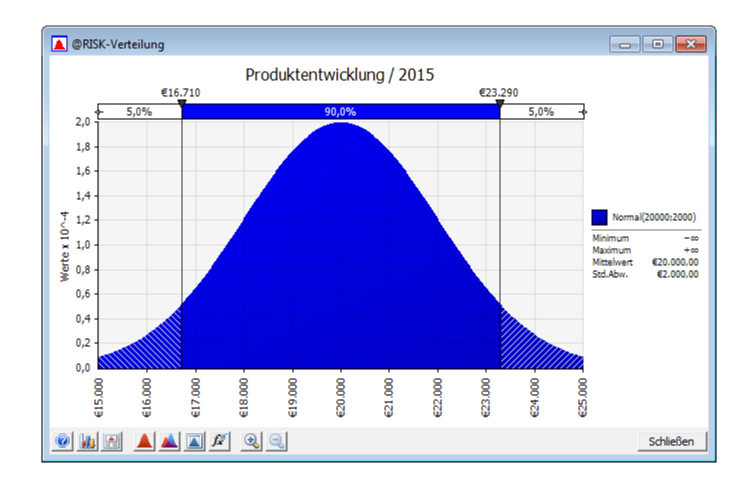
Hinweis: Im Diagrammfenster „Funktion einfügen“ können keine Diagramme der RiskCompound-Funktionen angezeigt werden. Eine Vorschau dieser Funktionen ist im Fenster „Verteilung definieren“ zu sehen.



Schaltflächen im Diagrammfenster „Funktion einfügen“

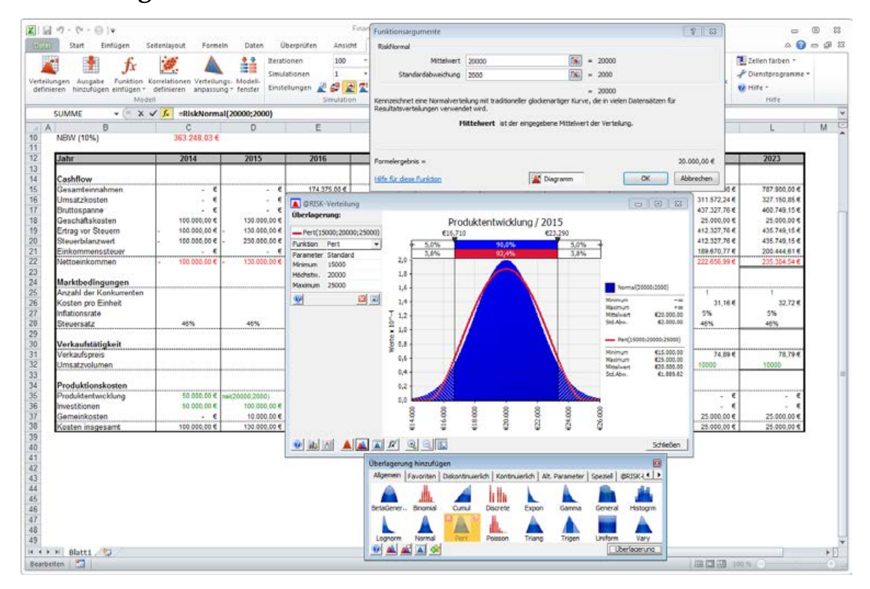
Unten im Diagrammfenster **Funktion einfügen** befinden sich einige Schaltflächen, über die Sie:

- auf das Dialogfeld **Diagrammoptionen** zugreifen können, um Skalierung, Titel, Farben, Markierungen oder andere Einstellungen für das Diagramm zu ändern
- eine **Excel-Tabelle** des Diagramms erstellen können
- die **Art des angezeigten Diagramms** (Summenkurve, relative Häufigkeit usw.) ändern können
- dem Diagramm **Überlagerungen** hinzufügen können
- der eingegebenen Verteilungsfunktion gewisse **Eigenschaften** (d. h. Verteilungseigenschaftsfunktionen, wie z. B. *RiskTruncate*) hinzufügen können
- die **Art der grafisch dargestellten Verteilungsfunktion** ändern können



Hinzufügen einer Überlagerung im Diagrammfenster „Funktion einfügen“

Um dem Diagramm eine Überlagerung hinzuzufügen, müssen Sie unten im Fenster auf **Überlagerung hinzufügen** klicken und dann in der Verteilungspalette die gewünschte Verteilung auswählen. Sobald die Überlagerung hinzugefügt wurde, können Sie dann im Bedienfeld **Verteilungsargument** die Funktionsargumentwerte ändern. Dieses Bedienfeld ist links vom Diagramm zu sehen. Drehelemente ermöglichen Ihnen, die Parameterwerte schnell und mühelos zu ändern. Weitere Informationen zur Verwendung des Bedienfelds **Verteilungsargument** sind in diesem Kapitel unter den Befehl **Verteilung definieren** zu finden.

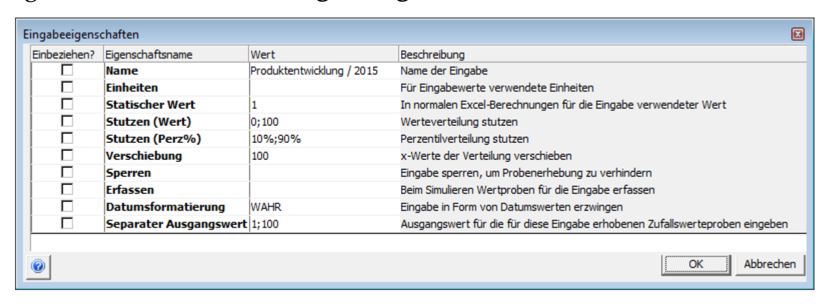


Ändern der Verteilung im Diagrammfenster „Funktion einfügen“

Sie ändern die in der Formel verwendete Verteilung, indem Sie unten im Diagrammfenster **Funktion einfügen** auf die Schaltfläche **Verteilungspalette** klicken und dann in der Palette auf die Verteilung doppelklicken, die anstatt der bis dahin bestehenden Verteilung verwendet werden soll. Sobald sie ausgewählt sind, werden die neue Verteilung und neuen Argumente in Excel in die Formelleiste eingegeben und wird anschließend ein Diagramm der neuen Funktion angezeigt.

Eingeben von Eingabeeigen-schaften in das Diagrammfenster „Funktion einfügen“

Um dem Diagrammfenster **Funktion eingeben** neue Eingabeeigenschaften hinzuzufügen, klicken Sie unten im Fenster auf **Eingabeeigenschaften** und wählen dann die gewünschten Eigenschaften aus. Nötigenfalls können Sie die Einstellung für die Eigenschaft im Fenster **Eingabeeigenschaften** bearbeiten.

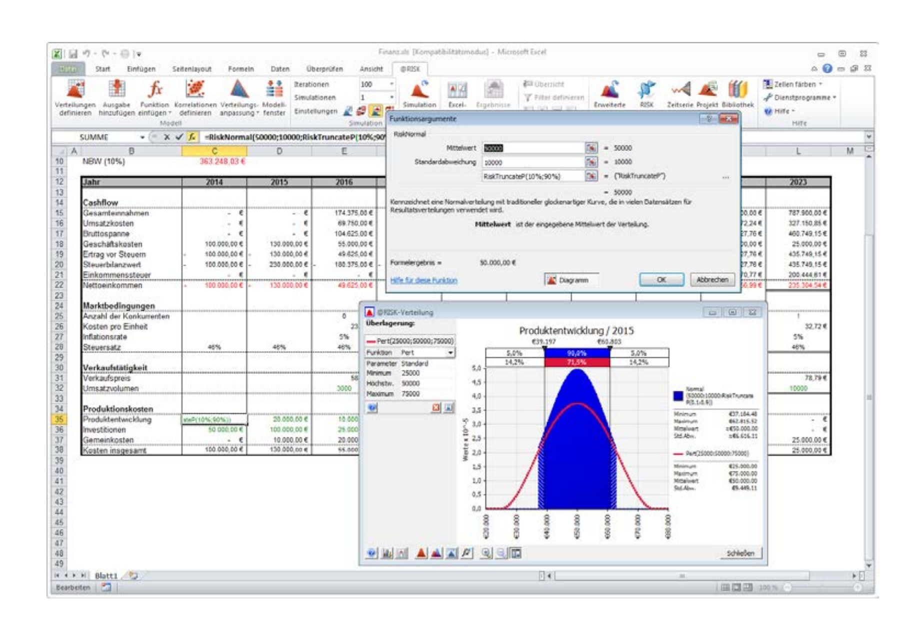


Eingabeeigenschaften

Einbeziehen?	Eigenschaftsname	Wert	Beschreibung
☐	**Name**	Produktentwicklung / 2015	Name der Eingabe
☐	**Einheiten**		Für Eingabewerte verwendete Einheiten
☐	**Statischer Wert**	1	In normalen Excel-Berechnungen für die Eingabe verwendeter Wert
☐	**Stutzen (Wert)**	0;100	Werteverteilung stutzen
☐	**Stutzen (Perz%)**	10%;90%	Perzentilverteilung stutzen
☐	**Verschiebung**	100	x-Werte der Verteilung verschieben
☐	**Sperren**		Eingabe sperren, um Probenerhebung zu verhindern
☐	**Erfassen**		Beim Simulieren Wertproben für die Eingabe erfassen
☐	**Datumsformatierung**	WAHR	Eingabe in Form von Datumswerten erzwingen
☐	**Separater Ausgangswert**	1;100	Ausgangswert für die für diese Eingabe erhobenen Zufallswerteproben eingeben

OK Abbrechen

Nach Klicken auf OK und Eingabe einer Verteilungseigenschaftsfunktion können Sie in Excel in der Formelleiste auf diese Funktion klicken, um das entsprechende Fenster **Funktionsargumente** anzuzeigen. Auch haben Sie die Möglichkeit, die Argumente in diesem Fenster zu bearbeiten.

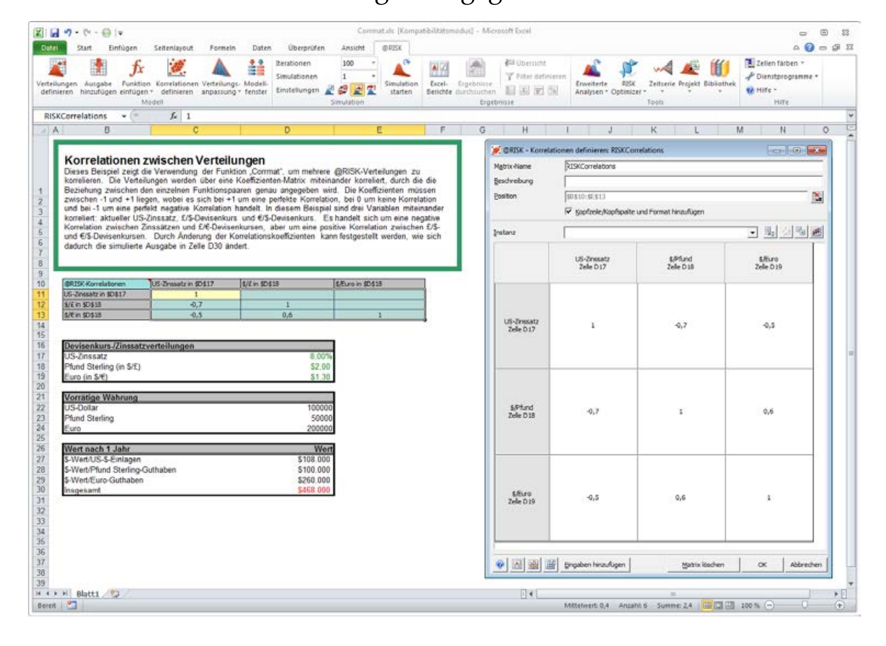


Korrelationen definieren

Befehl „Korrelationen definieren“

Definiert in einer Korrelations-Matrix die Korrelationen unter Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Mithilfe dieses Befehls können Sie die Werteproben aus Eingabewahrscheinlichkeits-Verteilungen korrelieren. Wenn Sie auf das Symbol für **Korrelationen definieren** klicken, wird eine Matrix angezeigt, in der für alle in den in Excel derzeit ausgewählten Zellen befindlichen Wahrscheinlichkeitsverteilungen jeweils eine Zeile und eine Spalte enthalten ist. Über diese Matrix können dann die Korrelations-Koeffizienten für die verschiedenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen eingegeben werden.

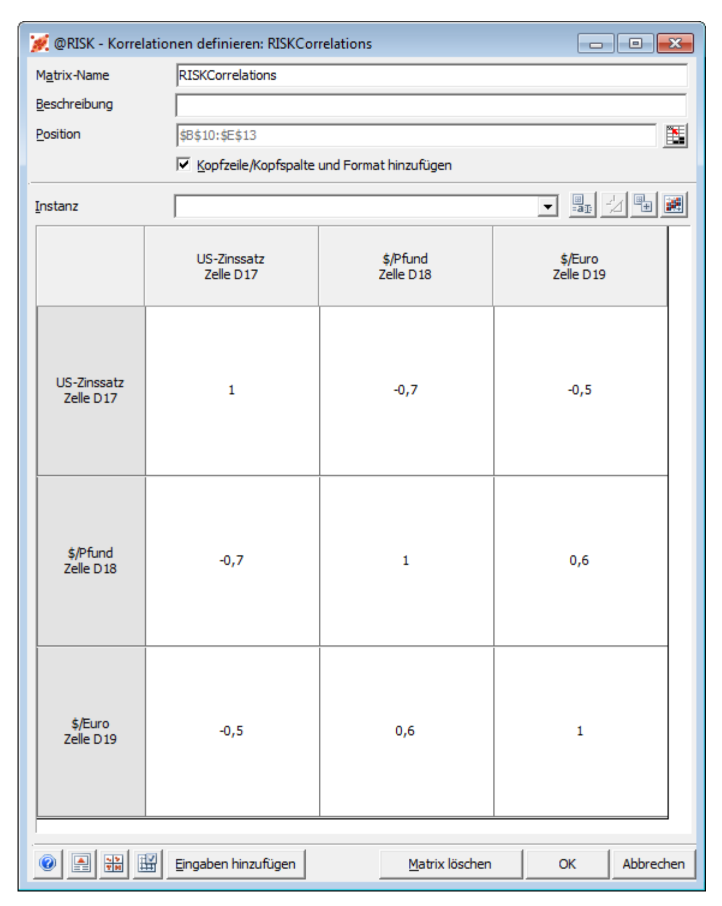


Warum müssen Verteilungen korreliert werden?

Zwei Eingabeverteilungen stehen in Korrelation, wenn ihre Werteproben irgendwie „verwandt“ sind, d. h. wenn der für eine Verteilung erhobene Wert den Wert der anderen Verteilung beeinflussen sollte. Diese Korrelation ist notwendig, wenn, real gesehen, zwei Eingabevariablen in einem gewissen Zusammenhang stehen. Stellen Sie sich z. B. ein Modell mit zwei Eingabeverteilungen vor, nämlich „Zinssatz“ und „Wohnungsneubau“. Diese beiden Eingaben stehen in Korrelation, da der für „Wohnungsneubau“ erhobene Wert zu einem gewissen Grad von dem Wert für „Zinssatz“ abhängt. Ein hoher Zinssatz würde gezwungenermaßen einen niedrigen Wert für „Wohnungsneubau“ bedeuten. Umgekehrt würde ein niedriger Zinssatz wahrscheinlich einen hohen Wert für „Wohnungsneubau“ mit sich bringen. Wenn diese Korrelation bei der Probenerhebung nicht berücksichtigt wird, kann es in der Simulation bei einigen Iterationen zu sinnwidrigen Bedingungen kommen, die in Wirklichkeit niemals auftreten könnten – z. B. zu einem hohen Wert für „Zinssatz“ und gleichzeitig auch zu einem hohen Wert für „Wohnungsneubau“.

Eingabe der Korrelations-Koeffizienten

Korrelationen zwischen Eingabeverteilungen werden in die angezeigte Matrix eingegeben. Die Zeilen und Spalten der Matrix sind gemäß der einzelnen Eingabeverteilungen in den derzeit ausgewählten Zellen gekennzeichnet. Jede Zelle in der Matrix gibt den Korrelations-Koeffizienten zwischen den beiden Eingabeverteilungen an, die durch die entsprechende Zeile und Spalte identifiziert werden.



Die Werte von Korrelations-Koeffizienten liegen zwischen -1 und 1. Ein Wert von 0 kennzeichnet, dass die beiden Variablen nicht in Korrelation stehen, d. h. dass sie unabhängig voneinander sind. Ein Wert von 1 zeigt eine völlig positive Korrelation zwischen den beiden Variablen, d. h. wenn der für die eine Eingabe erhobene Wert „hoch" ist, muss der Wert für die andere Eingabe ebenfalls „hoch" sein. Ein Wert von -1 zeigt eine völlig entgegengesetzte Korrelation zwischen den beiden Variablen an, d. h. wenn der für die eine Eingabe erhobene Wert „hoch" ist, muss der Wert für die andere Eingabe „niedrig" sein. Die dazwischen liegenden Koeffizientenwerte, wie z. B. -.5 oder .5, kennzeichnen eine teilweise Korrelation. Durch einen Koeffizienten von .5 wird z. B. angegeben, dass bei einem hohen Wert für Eingabe 1 der Wert für Eingabe 2 die Tendenz hat, ebenfalls hoch zu sein, aber nicht unbedingt hoch sein muss.

Korrelationen können für alle Eingabeverteilungen eingegeben werden. Eine Verteilung kann z. B. mit vielen anderen Eingabeverteilungen in Korrelation stehen. Oft werden die Korrelations-Koeffizienten aus realen historischen Daten hergeleitet, auf denen die Verteilungsfunktionen in dem Modell basieren.

Hinweis: Es gibt zwei Zellen, in die Sie eine Korrelation zwischen zwei Eingaben eingeben können, und zwar entweder in die Zelle, welche die Zeile der ersten und die Spalte der zweiten Eingabe darstellt, oder aber in die Zelle, welche die Spalte der ersten und die Zeile der zweiten Eingabe darstellt. Es spielt keine Rolle, in welche Zelle Sie den Wert eingeben, da er automatisch auch in der anderen Zelle erscheint.

Bearbeitung von vorhandenen Korrelationen

Über das Fenster **Korrelationen definieren** können Sie vorhandene Korrelations-Matrizen bearbeiten und auch neue Instanzen von bereits vorhandenen Matrizen erstellen. Wenn Sie entweder **eine Zelle in Excel auswählen, die eine vorhergehend korrelierte Verteilung enthält** oder aber **eine Zelle in einer vorhandenen Korrelations-Matrix auswählen** und dann auf das Symbol für **Korrelationen definieren** klicken, wird die vorhandene Matrix angezeigt. Sie können dann in dieser Matrix die Koeffizienten ändern, der Matrix neue Eingaben oder Instanzen hinzufügen, die Matrix verschieben oder diese auch bearbeiten.

Einer Matrix neue Eingaben hinzufügen

Wenn Sie im Fenster **Korrelationen definieren** auf die Schaltfläche **Eingaben hinzufügen** klicken, können Sie Excel-Zellen auswählen, die @RISK-Verteilungen enthalten, um diese der angezeigten Matrix und Instanz hinzuzufügen. Falls einige der Zellen in dem ausgewählten Bereich keine Verteilungen enthalten, werden diese Zellen einfach übergangen.

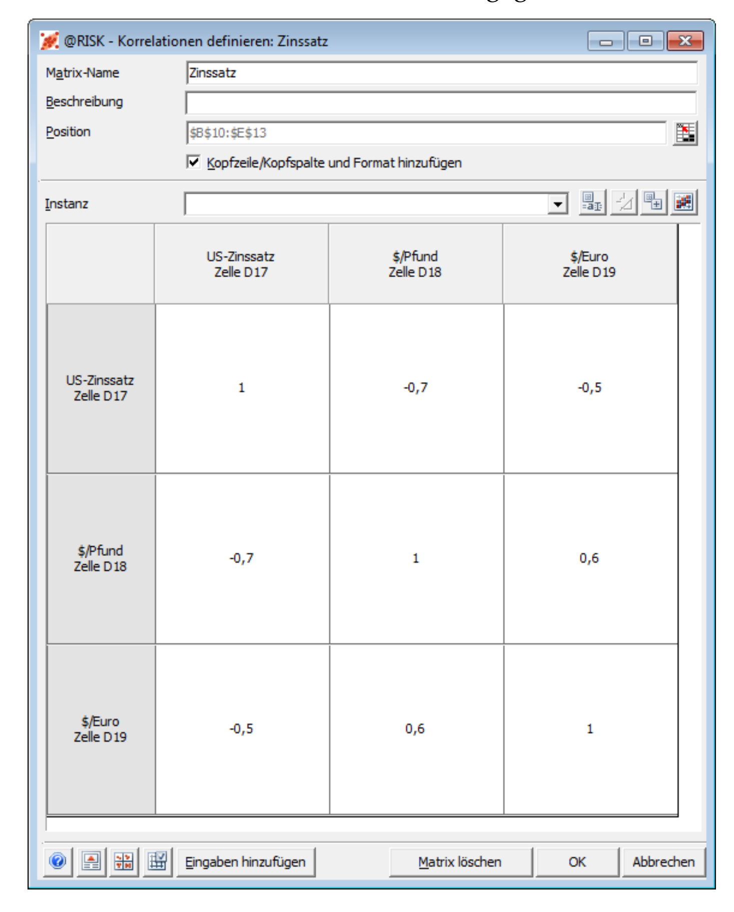
Hinweis: Wenn das Fenster „@RISK – Modell“ angezeigt wird, können einer Matrix Eingabeverteilungen hinzugefügt werden, indem diese aus dem Fenster in die Matrix gezogen werden.

Löschung einer Matrix

Über die Schaltfläche **Matrix löschen** kann die angezeigte Korrelations-Matrix gelöscht werden. Dadurch werden alle ***RiskCormat***-Funktionen aus den in der Matrix verwendeten Verteilungsfunktionen entfernt und wird auch die entsprechende in Excel angezeigte Korrelations-Matrix gelöscht.

Benennung und Platzierung einer Matrix

Im Fenster **Korrelation definieren** werden folgende Optionen zum Benennen und Platzieren einer Matrix in Excel gegeben:



- **Matrix-Name**. Dies ist der für die Matrix angegebene Name, der dazu verwendet wird, 1) den Bereich in Excel zu benennen, in dem sich die Matrix befindet, und 2) die Matrix unter den **RiskCorrmat**-Funktionen zu identifizieren, die für jede in die Matrix mit einbezogene Eingabeverteilung erstellt werden. Bei diesem Namen muss es sich um eine für den Excel-Bereich gültige Bezeichnung handeln.
- **Beschreibung**. Dies ist eine Beschreibung der in der Matrix enthaltenen Korrelationen. Dieser Eintrag ist optional.
- **Position**. Hierdurch wird der Excel-Bereich angegeben, den die Matrix einnehmen wird.
- **Kopfzeile/Kopfspalte und Format hinzufügen**. Hierdurch kann wahlweise die Kopfzeile und Kopfspalte angezeigt werden, aus denen die Namen und Zellverweise für die korrelierten Eingaben und Formate der Matrix hervorgehen, und zwar mit entsprechenden Farben und Grenzbereichen.

@RISK-Korrelationen	US-Zinssatz in $D$17	$/£ in $D$18	$/€ in $D$19
US-Zinssatz in $D$17	1		
$/£ in $D$18	0	1	
$/€ in $D$19	0	0	1

Matrix-Instanzen

Unter einer weiteren „Instanz“ versteht man eine neue Kopie einer bereits vorhandenen Matrix, durch die dann ein neuer Satz von Eingaben in Korrelation gebracht werden kann. Jede Instanz enthält den gleichen Satz von Korrelations-Koeffizienten; die mit den einzelnen Instanzen korrelierten Eingaben sind jedoch verschieden. Auf diese Weise können Sie mühelos Gruppen von ähnlich korrelierten Variablen einrichten, ohne jedesmal dieselbe Matrix eingeben zu müssen. Bei Bearbeitung eines Korrelations-Koeffizienten in irgendeiner Matrix-Instanz wird dieser Koeffizient automatisch auch in allen anderen Instanzen geändert.

Jede Instanz einer Matrix hat eine bestimmte Bezeichnung. Instanzen können jederzeit gelöscht oder umbenannt werden.

Bei „Instanz“ handelt es sich um ein drittes optionales Argument der Funktion ***RiskCorrmat***. Daher können Sie Instanzen auch ohne weiteres angeben, wenn Sie Korrelations-Matrizen und **RiskCorrmat**-Funktionen direkt in Excel eingeben. Weitere Informationen über die Funktion ***RiskCorrmat*** und das Instanz-Argument sind unter **Referenz: @RISK-Funktionen** dieses Kapitels.

Hinweis: Wenn über das Fenster „Korrelationen definieren" eine Korrelations-Matrix mit mehreren Instanzen erstellt und in Excel eingegeben wird, werden nur die Eingaben für die erste Instanz in den Kopfzeilen/-spalten der Matrix angezeigt. Wenn Sie nach Ausführung eine Punktdiagramm-Matrix der simulierten Korrelationen für die Matrix anzeigen lassen, werden nur die Punktdiagramme für die Korrelationen der ersten Instanz angezeigt.

Für die Instanzen sind folgende Optionen vorhanden:

- **Instanz**. Hierdurch wird die Instanz ausgewählt, die dann in der angezeigten Matrix zu sehen ist. Durch Klicken auf **Eingaben hinzufügen** können der angezeigten Instanz weitere Eingaben hinzugefügt werden.

Neben dem Namen der Instanz befinden sich Symbole, über die Sie folgende Aktionen vornehmen können:

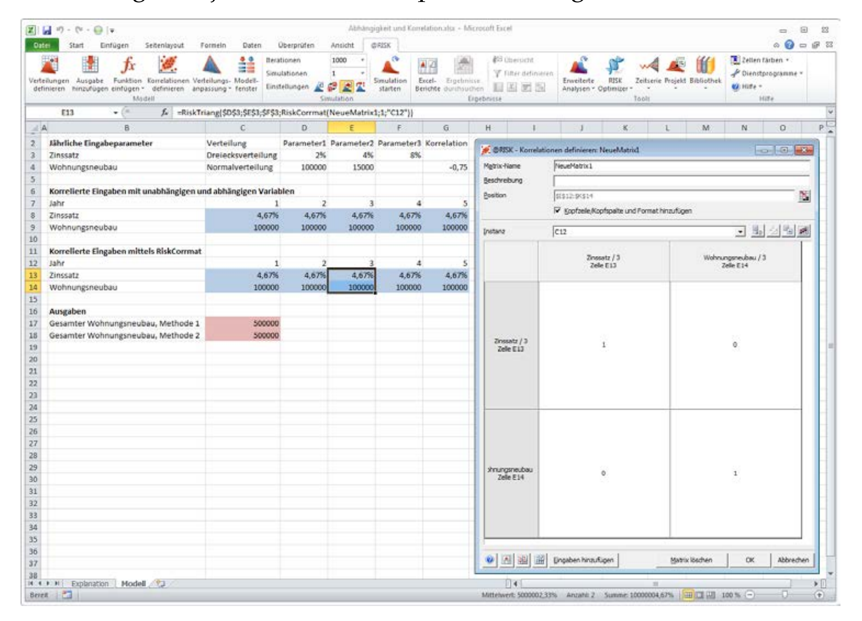
- **Instanz umbenennen**. Benennt die aktuelle Instanz der angezeigten Korrelations-Matrix um.
- **Instanz löschen**. Löscht die aktuelle Instanz der angezeigten Korrelations-Matrix.
- **Neue Instanz hinzufügen**. Fügt der angezeigten Korrelations-Matrix eine neue Instanz hinzu.

Korrelierte Zeitserien

Eine **korrelierte Zeitserie** wird aus einem Excel-Bereich erstellt, der eine Anzahl ähnlicher Verteilungen in jeder Zeile oder Spalte des Bereichs aufweist. In vielen Fällen stellt jede Zeile oder Spalte eine „Zeitperiode" dar. Es kann sein, dass Sie die Verteilungen jeder Periode korrelieren möchten, und zwar unter Verwendung derselben Korrelations-Matrix, aber für jede Zeitperiode mit einer anderen Instanz der Matrix.

Wenn Sie auf das Symbol für **Korrelierte Zeitserie erstellen** klicken, werden Sie aufgefordert, in Excel den Zellblock zu wählen, der die Verteilungen für die betreffende Zeitserie enthält. Wenn Sie möchten, können Sie jede Zeitperiode in dem Bereich durch die Verteilungen in einer Spalte oder Zeile darstellen lassen.

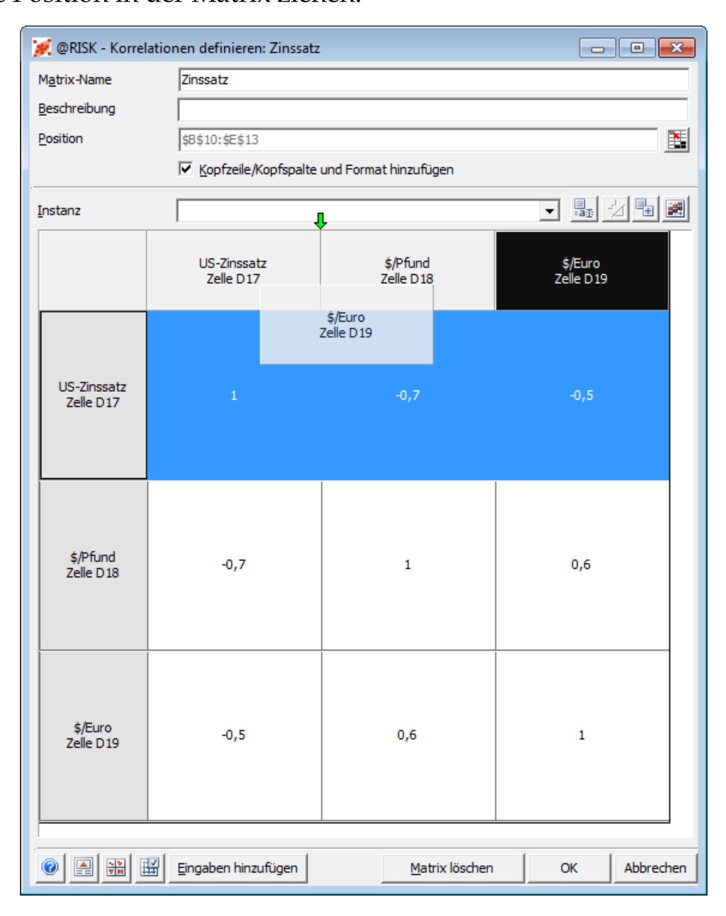
Beim Erstellen einer korrelierten Zeitserie richtet @RISK automatisch eine korrelierte Matrix-„Instanz“ für jeden Satz ähnlicher Verteilungen in jeder Zeile oder Spalte des ausgewählten Bereichs ein.



Hinweis: Bei den hier genannten korrelierten Zeitserien handelt es sich nicht um die gleichen korrelierten Zeitserienfunktionen wie beim Zeitserien-Tool in @RISK. Das Zeitserien-Tool in @RISK verwendet Matrix-Funktionen, um verschiedene Zeitserienvorgänge zu modellieren. Diese können auch korreliert werden, wie im Kapitel Zeitserien dieses Handbuchs beschrieben.

Neuanordnung von Spalten

Die Spalten in einer Korrelations-Matrix können neu angeordnet werden, indem Sie die einzelnen Spaltenüberschriften jeweils an die neue Position in der Matrix ziehen.



Löschung von Zeilen, Spalten und Eingaben

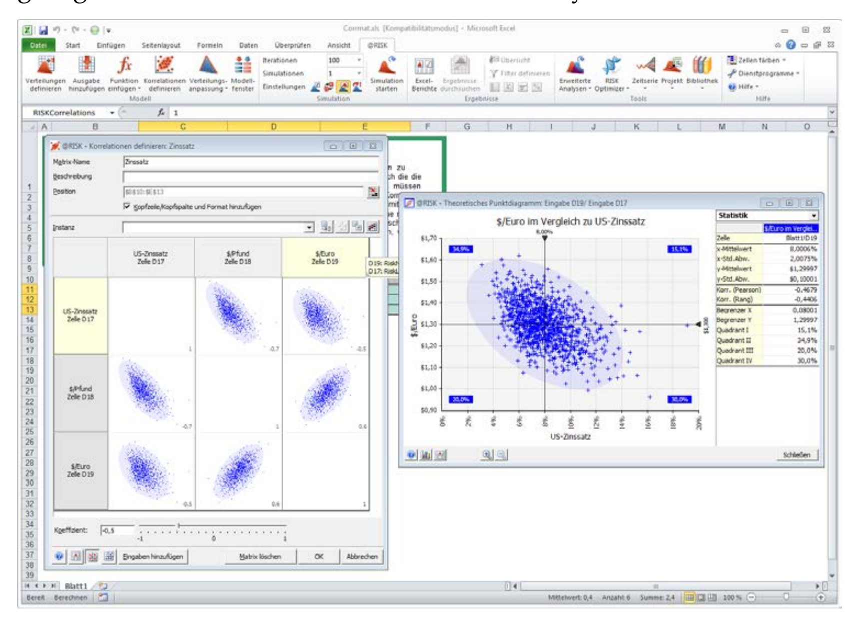
Mithilfe von zusätzlichen Optionen, die durch Klicken mit der rechten Maustaste auf die Matrix angezeigt werden, können Sie in der Matrix beliebige Zeilen oder Spalten löschen oder auch eine Eingabe aus der Matrix entfernen.

- **Zeile/Spalte einfügen.** Fügt eine neue Zeile und Spalte in die aktive Korrelations-Matrix ein. Die neue Spalte wird in der Matrix an der Cursor-Position platziert, d. h. die bereits vorhandenen Spalten werden etwas nach rechts verschoben. Die neue Zeile wird an der gleichen Position wie die neue Spalte eingefügt, d. h. die bereits vorhandenen Zeile werden nach unter verschoben.
- **Ausgewählte Zeile/Spalte(n) löschen.** Löscht die ausgewählten Zeilen und Spalten aus der aktiven Korrelations-Matrix.
- **Eingaben in ausgewählter Zeile/Spalte aus Matrix löschen.** Entfernt die ausgewählte Eingabe aus der aktiven Korrelations-Matrix. Bei diesem Vorgang werden nur die Eingaben entfernt, d. h. die in der Matrix angegebenen Koeffizienten bleiben erhalten.

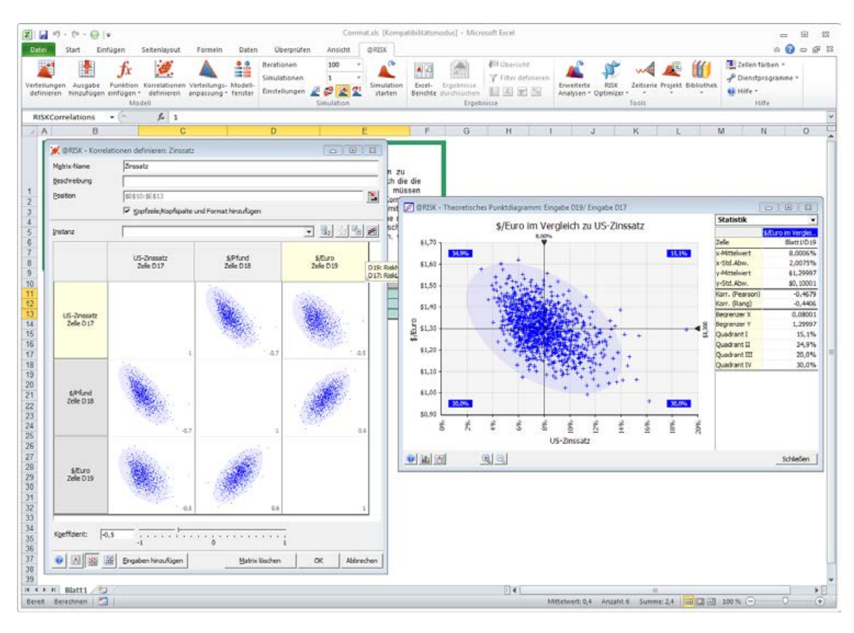
Anzeige von Punktdiagrammen

Mithilfe des Symbols für **Punktdiagramme anzeigen** (unten links im Fenster **Korrelation definieren**) kann eine Matrix von Punktdiagrammen über mögliche Werteerhebungen für beliebige zwei Eingaben in der Matrix angezeigt werden, sofern diese Eingaben durch die eingegebenen Korrelations-Koeffizienten korreliert sind. Durch diese Punktdiagramme wird grafisch dargestellt, wie die erhobenen Werte aus den betreffenden zwei Eingaben während einer Simulation zueinander in Beziehung stehen.

Durch Bewegen des zusammen mit der Punktdiagramm-Matrix angezeigten **Schiebereglers für Korrelationskoeffizienten** können Sie den Korrelationskoeffizienten und das Punktdiagramm für jedes beliebige Eingabenpaar dynamisch ändern. Falls Sie das Mini-Punktdiagramm erweitert oder in ein Diagrammfenster voller Größe gezogen haben, wird dieses Fenster ebenfalls dynamisch aktualisiert.



Punktdiagramme simulierter Korrelationen



Nach einer Simulation können Sie die effektiv simulierten Korrelationen für die eingegebene Matrix überprüfen. Zu diesem Zweck müssen Sie in Ihrer Tabellenkalkulation beim Durchsuchen der Simulationsergebnisse in der Matrix auf eine Zelle klicken. In der Punktdiagramm-Matrix wird der aktuelle Korrelationskoeffizient angezeigt, der für die für die einzelnen Eingabepaare erhobenen Werteproben berechnet wurde, und zwar zusammen mit dem Koeffizienten, der vor Ausführung in die Matrix eingegeben wurde. Falls die eingegebene Matrix mehrere Instanzen aufweist, werden nur die Punktdiagramme der Korrelationen in der ersten Instanz angezeigt.

Matrix-Übereinstimmung prüfen

Über den Befehl **Matrix-Übereinstimmung prüfen**, der bei Klicken auf das entsprechende Symbol angezeigt wird, kann überprüft werden, ob die in das aktive Korrelationsfenster eingegebene Matrix auch gültig ist. @RISK kann eine ungültige Matrix berichtigen, indem eine gültige Matrix generiert wird, die der eingegebenen (ungültigen) Matrix so gut wie möglich entspricht.

Eine Matrix ist ungültig, wenn darin gleichzeitig widersprüchliche Beziehungen zwischen drei oder mehr Eingaben angegeben sind. Leider kommt es öfters vor, dass ungültige Korrelations-Matrizen erstellt werden. Der Grund dafür kann durch folgendes Beispiel veranschaulicht werden: Angenommen, für die Eingaben **A** und **B** wurde der Korrelations-Koeffizient **+1**, für **B** und **C** ebenfalls der Koeffizient **+1,** aber für **C** und **A** der Koeffizient **-1** eingegeben. Solch eine Korrelation ist offensichtlich widersprüchlich und daher unzulässig, aber ungültige Matrizen sind nicht immer so leicht wie hier zu erkennen. In der Regel ist eine Matrix nur dann gültig, wenn sie *positiv halbkonstant* ist. Eine positiv halbkonstante Matrix besteht aus Eigenwerten, die alle größer als oder gleich Null sind (zumindest ein Wert davon muss definitiv größer als Null sein).

Wenn Sie auf das Symbol für Matrix-Übereinstimmung prüfen klicken und @RISK feststellt, dass Sie mit einer ungültigen Matrix arbeiten, werden Sie gefragt, ob eine Matrix generiert werden soll, die der eingegebenen (ungültigen) Matrix so gut wie möglich entspricht. Beim Ändern einer Matrix wird wie folgt vorgegangen:

1) @RISK sucht nach dem kleinsten Eigenwert (**E0**).

2) @RISK verlagert die Eigenwerte, sodass der kleinste Eigenwert gleich Null ist, indem das Produkt aus **-E0** und der Einheitsmatrix (**I**) der Korrelations-Matrix (**C**) hinzugefügt wird: **C' = C - E0I**.

3) @RISK dividiert die neue Matrix durch **1 - E0**, sodass sich folgende Diagonalseite ergibt: **C'' = (1/1-E0)C'**.

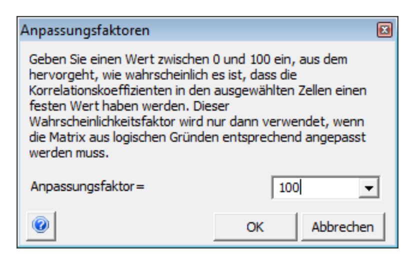
Diese neue Matrix ist positiv halbkonstant und daher gültig. Sie müssen die neue gültige Matrix aber auf jeden Fall noch einmal überprüfen, um sicherzustellen, dass die Korrelations-Koeffizienten auch tatsächlich den Ihnen bekannten Beziehungen zwischen den in der Matrix enthaltenen Eingaben entsprechen. Nötigenfalls kann außerdem gesteuert werden, welche Koeffizienten während einer Matrix-Korrektur angepasst werden sollen, indem Sie die **Anpassungsfaktoren** für die einzelnen Koeffizienten eingeben.

Hinweis: Wenn Sie eine Korrelations-Matrix in das Korrelationsfenster eingeben, wird diese automatisch auf Übereinstimmung hin geprüft, sobald Sie auf OK klicken, d. h. bevor Sie die Matrix in Excel eingeben und die „RiskCormat"-Funktionen für die einzelnen Eingaben hinzufügen.

Anpassungsfaktoren

In einer Korrelations-Matrix können für die einzelnen Koeffizienten die Anpassungsfaktoren angegeben werden. Über diese Faktoren wird die Anpassung der Koeffizienten gesteuert, wenn die Matrix ungültig ist und durch @RISK berichtigt werden muss. Anpassungsfaktoren können möglicherweise zwischen 0 (jegliche Änderung zulässig) und 100 (keine Änderung zulässig) liegen. Sie würden beispielsweise Anpassungsfaktoren verwenden, wenn Sie in einer Matrix gewisse feste Korrelationen für Eingaben berechnet haben und diese Korrelationen während des Anpassungsvorgangs auf keinen Fall geändert werden dürfen.

Um im Fenster **Korrelation definieren** irgendwelche Anpassungsfaktoren einzugeben, müssen Sie die Matrix-Zellen auswählen, für die Faktoren eingegeben werden sollen, und dann auf den Befehl **Anpassungsfaktor eingeben** klicken, der angezeigt wird, wenn Sie mit der rechten Maustaste auf die Matrix oder auf das Symbol für **Matrix-Übereinstimmung prüfen** klicken.



Bei Eingabe von Anpassungsfaktoren werden die mit einem Anpassungsfaktor versehenen Zellen in der Matrix farbig angezeigt, um erkennen zu lassen, inwieweit der betreffende Koeffizient bereits festliegt.

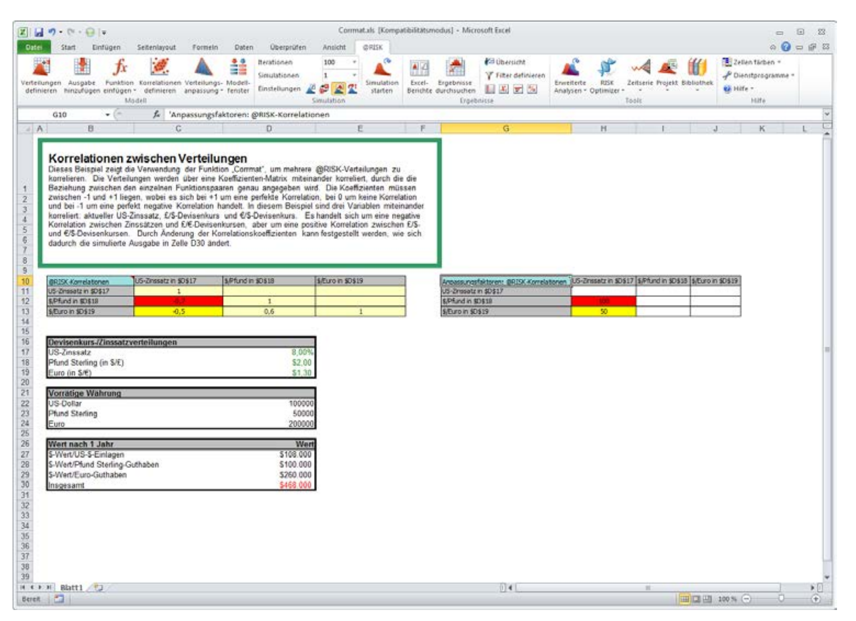


Wenn Sie eine Korrelations-Matrix in Excel platzieren (oder den Befehl **Matrix-Übereinstimmung prüfen** verwenden), überprüft @RISK, ob die eingegebene Korrelations-Matrix auch gültig ist. Sollte das nicht der Fall sein, wird @RISK die Matrix mithilfe der eingegebenen Anpassungsfaktoren entsprechend berichtigen.

Hinweis: Wenn Sie einen Anpassungsfaktor von 100 eingeben, bemüht sich @RISK, an dem mit diesem Faktor verbundenen Koeffizienten festzuhalten. Wenn jedoch keine gültige Matrix mit dem festgelegten Koeffizienten generiert werden kann, muss dieser entsprechend angepasst werden, um eine gültige Matrix zu ermöglichen.

Anpassungsfaktoren-Matrix in Excel

Wenn Sie eine Korrelations-Matrix in Excel platzieren, können die zugehörigen Anpassungsfaktoren ebenfalls in Excel eingegeben werden, und zwar in Form einer **Anpassungsfaktoren-Matrix**. Diese Matrix hat die gleiche Anzahl an Elementen wie die zugehörige Korrelations-Matrix. Die Zellen in dieser Matrix sind mit den eingegebenen Anpassungsfaktorenswerten versehen. Für Matrix-Zellen, für die kein Faktor eingegeben wurde (d. h., die in der Matrix als leer erscheinen), wird der Faktor 0 verwendet, was bedeutet, dass diese Zellen während der Matrix-Berichtigung beliebig angepasst werden können. In Excel wird einer Anpassungsfaktoren-Matrix ein Bereichsname gegeben, der dem Namen der Korrelations-Matrix entspricht, die zusammen mit der Faktoren-Matrix verwendet wird. Außerdem erhält die Faktoren-Matrix die Dateierweiterung _*Weights*. Eine Matrix mit dem Namen *Matrix1* könnte beispielsweise mit einer Anpassungsfaktoren-Matrix verbunden sein, die als *Matrix1_Weights* bezeichnet wird.



Hinweis: Es ist nicht unbedingt erforderlich, beim Verlassen des Fensters Korrelationen definieren in Excel eine Anpassungsfaktoren-Matrix zu platzieren. Sie können z. B. einfach die korrigierte Korrelations-Matrix in Excel eingeben und die eingegebenen Anpassungsfaktoren verwerfen, sofern Sie mit den vorgenommenen Korrekturen zufrieden sind und später nicht mehr auf diese Faktoren zuzugreifen brauchen

Anzeigen der korrigierten Korrelations-Matrix in Excel

Vielleicht möchten Sie in Excel die korrigierte Matrix anzeigen, die durch @RISK erstellt und während der Simulation verwendet wird. Falls @RISK in Ihrem Modell eine inkonsistente Korrelations-Matrix erkennt, wird diese automatisch korrigiert, und zwar unter Verwendung der zugehörigen Anpassungsfaktoren-Matrix. Ihre inkonsistente Ursprungs-Matrix wird jedoch so belassen, wie sie in Excel eingegeben wurde. So zeigen Sie die korrigierte Matrix in Ihrer Kalkulationstabelle an:

1) Markieren Sie einen Bereich mit der gleichen Anzahl an Zeilen und Spalten wie in der ursprünglichen Korrelations-Matrix.

2) Geben Sie die Funktion *=RiskCorrectCorrmat(KorrelationsMatrixBereich; AnpassungsMatrixBereich)* ein.

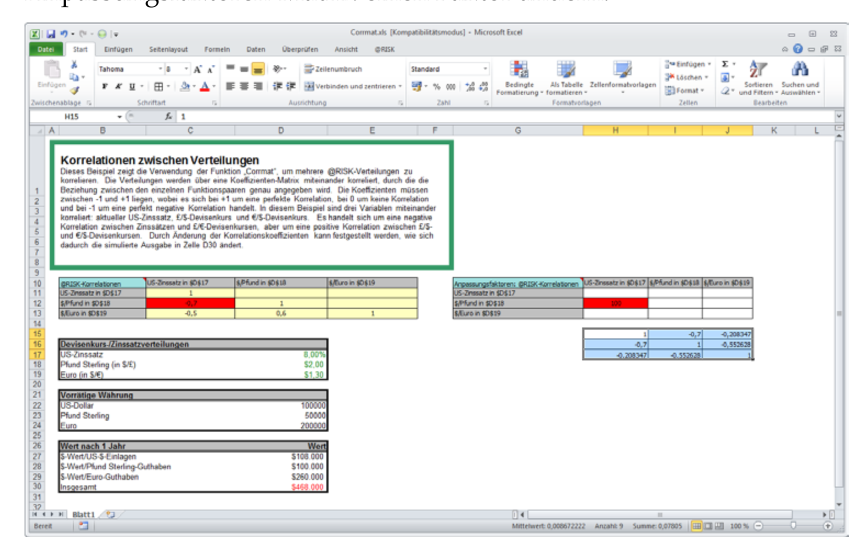
3) Drücken Sie **gleichzeitig** auf **<Strg><Umschalt><Eingabe>**, um die Formel als eine Array-Formel einzugeben. Hinweis: *AnpassungsMatrixBereich* ist optional und wird nur verwendet, wenn Anpassungsfaktoren benutzt werden.

Wenn die Korrelations-Matrix z. B. den Bereich A1:C3 und die Anpassungsfaktoren-Matrix den Bereich E1:G3 einnimmt, würden Sie wie folgt eingeben:

=RiskCorrectCorrmat(A1:C3;E1:G3)

Die korrigierten Koeffizienten für die Matrix werden dann an den Bereich zurückgegeben.

Durch die Funktion *RiskCorrectCorrmat* wird die korrigierte Matrix jedesmal aktualisiert, wenn Sie darin einen Koeffizienten oder in der Anpassungsfaktoren-Matrix einen Faktor ändern.



Wie wird eine Korrelations-Matrix dem Modell in Excel hinzugefügt?

Wenn Sie eine Korrelations-Matrix in das Fenster **Korrelationen definieren** eingeben und auf **OK** klicken, passiert Folgendes:

Die Matrix wird Excel an der angegebenen Stelle hinzugefügt.

- **Bei Bedarf können in Excel bestimmte Anpassungsfaktoren in einer Anpassungsfaktoren-Matrix platziert werden.**

Jeder in der Matrix enthaltenen Eingabeverteilungsfunktion werden die entsprechenden *RiskCorrmat*-Funktionen hinzugefügt. Diese *RiskCorrmat*-Funktion fungiert als Argument für die Verteilungsfunktion, wie z. B.:

=RiskNormal(200000; 30000;RiskCorrmat(NeueMatrix;2))

wobei *NeueMatrix* den Bereichsnamen dieser Matrix und die 2 die Position der Verteilungsfunktion in der Matrix darstellt.

Nachdem Sie die Matrix und die *RiskCorrmat*-Funktionen dem Excel-Programm hinzugefügt haben, können Sie ohne weiteres die Koeffizientenwerte in der Matrix (und die Faktoren in der Anpassungsfaktoren-Matrix) ändern, ohne die Matrix erst im Fenster **Korrelationen definieren** bearbeiten zu müssen. Der Excel-Matrix können jedoch keine neuen Eingaben hinzugefügt werden, es sei denn, Sie fügen in Excel einzeln die erforderlichen *RiskCorrmat*-Funktionen hinzu. Um einer Matrix neue Eingaben hinzuzufügen, ist es wahrscheinlich praktischer, die Matrix im Fenster **Korrelationen hinzufügen** einfach zu bearbeiten.

Angabe von Korrelationen mithilfe von Funktionen

Korrelationen zwischen Eingabeverteilungen können auch über die Funktion *RiskCorrmat* direkt in das Arbeitsblatt eingegeben werden. Die über diese Funktion angegebenen Korrelationen sind identisch mit denen, die mithilfe des Fensters **Korrelationen definieren** eingegeben wurden. Sie können die Anpassungsfaktoren-Matrix auch direkt in Ihr Arbeitsblatt eingeben. In diesem Fall müssen Sie aber einen Bereichsnamen für die Korrelations-Matrix angeben und dann denselben Namen (mit der Erweiterung *_Faktoren*) auch für die Anpassungsfaktoren-Matrix verwenden. Wenn es für @RISK erforderlich ist, die Korrelations-Matrix zu Beginn einer Simulation zu korrigieren, geschieht das mithilfe der eingegebene Anpassungsfaktoren-Matrix.

Weitere Informationen über Verwendung dieser Funktionen zur Eingabe von Korrelationen finden Sie unter der Beschreibung dieser Funktionen im Abschnitt **Referenz: @RISK-Funktionen** dieses Kapitels.

Rangkorrelations-Koeffizientenwerte

In @RISK basiert die Korrelation von Eingabeverteilungen auf Rangkorrelationen, und zwar auf dem von C. Spearman zu Anfang dieses Jahrhunderts entwickelten Rangkorrelations-Koeffizienten. Dieser Koeffizient wird unter Verwendung der Werte-Rangordnung und nicht der Werte selbst (wie das beim linearen Korrelations-Koeffizienten der Fall ist) berechnet. Der „Rang“ eines Wertes wird durch seine Position innerhalb des Min.-Max.-Bereichs der möglichen Variablenwerte bestimmt.

Durch @RISK werden rangmäßig in Korrelation stehende Werteprobenpaare in zwei Schritten erstellt. Zuerst wird ein Satz von zufällig verteilten „Rangpunktewerten“ für jede Variable generiert. Wenn z. B. 100 Iterationen ausgeführt werden sollen, müssen 100 Punktewerte für jede Variable generiert werden. (Bei Rangpunktewerten handelt es einfach um Werte verschiedener Größenordnung zwischen einem Minimum und einem Maximum. @RISK verwendet die Van der Waerden-Punkte, die auf Umkehrung der Normalverteilung basieren). Diese Rangpunktewerte werden dann neu geordnet und ergeben so Punktepaare, aus denen sich der gewünschte Rangkorrelations-Koeffizient ergibt. Für jede Iteration gibt es zwei Punktewerte, d. h. einen Punktewert pro Variable.

Als zweiter Schritt wird für jede Variable ein Satz von Zufallswerten (zwischen 0 und 1) für die Probenerhebung generiert. Wenn z. B. 100 Iterationen ausgeführt werden sollen, müssen 100 Zufallswerte für jede Variable generiert werden. Diese Zufallswerte werden dann der Wichtigkeit nach geordnet (d. h. vom kleinsten bis zum größten Wert).

Bei jeder Variablen wird dann in der Iteration der kleinste Zufallswert mit dem kleinsten Rangpunktewert gepaart. Entsprechend wird der zweitkleinste Zufallswert mit dem zweitkleinsten Rangpunktewert gepaart usw. Diese Ranganordnung wird für alle Zufallswerte fortgeführt, bis hin zum größten Zufallswert, der in der Iteration dann mit dem größten Rangpunktewert zusammengebracht wird.

Dieser Vorgang der Neuanordnung von Zufallswerten wird in @RISK vor der Simulation ausgeführt. Das Ergebnis ist dann ein Satz von Zufallswertepaaren, die bei der Probenerhebung durch die in Korrelation stehenden Verteilungen in den einzelnen Simulationsiterationen Verwendung finden können.

Diese Korrelationsmethode wird „verteilungsunabhängiges Verfahren“ genannt, da ganz beliebige Verteilungstypen in Korrelation gebracht werden können. Obwohl die für die beiden Verteilungen erhobenen Werteproben in Korrelation stehen, wird die Integrität der eigentlichen Verteilungen dabei aufrecht erhalten. Die sich daraus für jede Verteilung ergebenen Werteproben reflektieren die Eingabeverteilungsfunktion, durch die sie erhoben wurden.

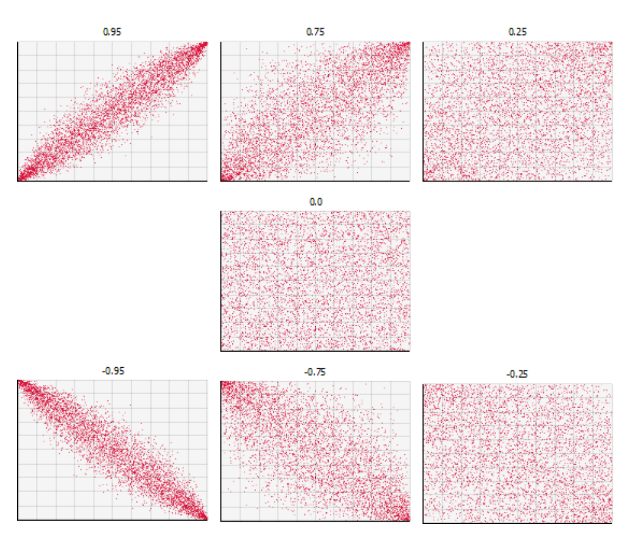
Befehl Copula definieren

Definiert eine Copula für spezielle Typen von Korrelationsstrukturen

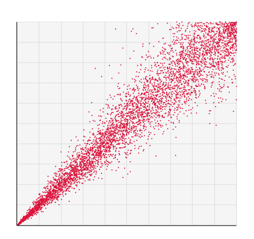
Der Befehl Copula definieren (aus dem Menü Korrelationen definieren in der Modellgruppe) ermöglicht das Erstellen, Bearbeiten und Löschen von Copulas. Gleich wie eine @RISK Korrelations-Matrix kann eine @RISK-Copula zum Korrelieren von zwei oder mehr Eingabeverteilungen verwendet werden. Bei der Verwendung einer Copula und einer Korrelations-Matrix in @RISK gibt es Ähnlichen, jedoch auch einige Unterschiede, auf die Sie achten sollten.

Warum eine Copula verwenden?

Die von einer @RISK Korrelations-Matrix erzeugten Korrelationsmuster folgen stets einem „elliptischen Gauss'schen" Muster. Zur Erläuterung wurden hier die zweidimensionalen Muster von Korrelationen zwischen zwei Uniform-Verteilungen mit einer Korrelations-Matrix mit verschiedenen Koeffizienten korreliert.



Es ist zu beachten, dass hier nicht alle möglichen Muster verfügbar sind. Nehmen wir beispielsweise an, dass Sie Ihre Daten sorgfältig analysiert und festgestellt haben, dass das Muster wie folgt aussehen soll:



Hier ist die Punktdichte im linken, unteren Bereich ziemlich dicht und im rechten, oberen Bereich deutlich weiter ausgebreitet. Eine Korrelations-Matrix bietet nicht die Flexibilität, um diese Situation zu modellieren – eine Copula jedoch schon.

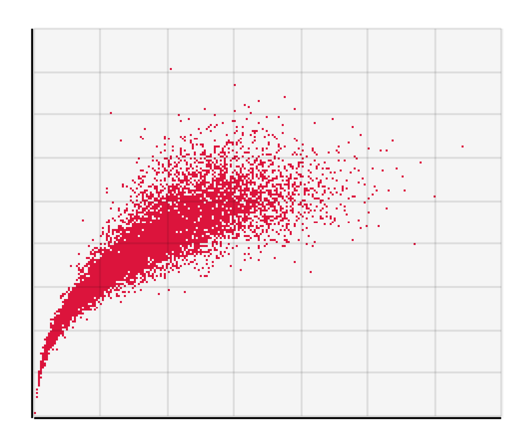
Für viele Modelle ist dieses Ausmaß an Detail entweder nicht wichtig oder es gibt nicht ausreichend Daten, um eine interne Korrelationsstruktur mit ausreichendem Genauigkeitsgrad zu ermitteln. In einigen Fällen (in erster Linie im Finanzwesen) können Copulas jedoch zum exakten Wiedergeben der Realität verwendet werden.

Grundlegende Copula-Theorie und -terminologie

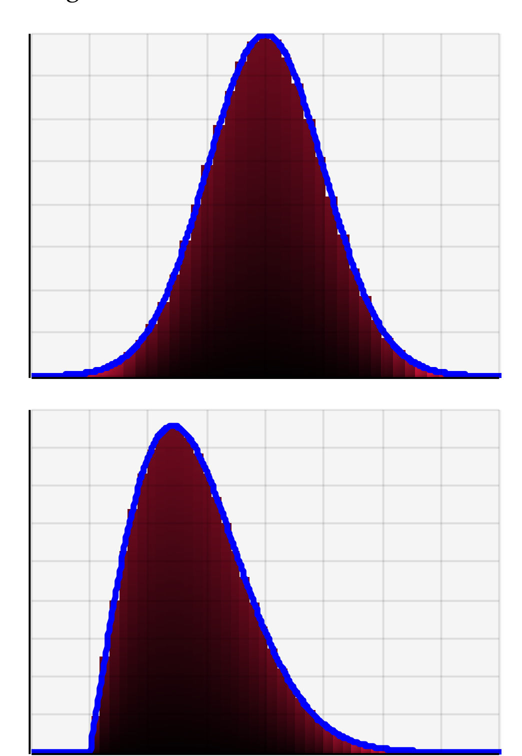
Eine vollständige Exposition zur Funktionsweise von Copulas geht über den Umfang dieses Handbuchs hinaus. Sie sollten jedoch mit der grundlegenden Theorie vertraut sein. Dazu erläutern wir erst ein wenig Terminologie. Die eindimensionalen Eingabeverteilungen, die Sie korrelieren, werden in der Regel als **Randverteilungen** bezeichnet. Die mehrdimensionalen Verteilungen, die beim Korrelieren der Verteilungen gebildet werden, heißen **gemeinsame Verteilung** oder auch multivariate Verteilung.

Es gibt ein wichtiges mathematisches Ergebnis für Copulas mit der Bezeichnung **Sklar'sches Theorem**. Es besagt, dass jede mögliche gemeinsame Verteilung als Kombination der bekannten Randverteilungen und einem Objekt mit der Bezeichnung **Copula** geschrieben werden kann. Sie können sich eine Copula als eine besondere Art von gemeinsamer Verteilung mit Uniform(0;1)-Randverteilungen vorstellen. Das bedeutet, dass ein Copula-Muster eine destillierte Version des gewünschten Korrelationsmusters ist, aus dem die Randverteilungen entfernt wurden.

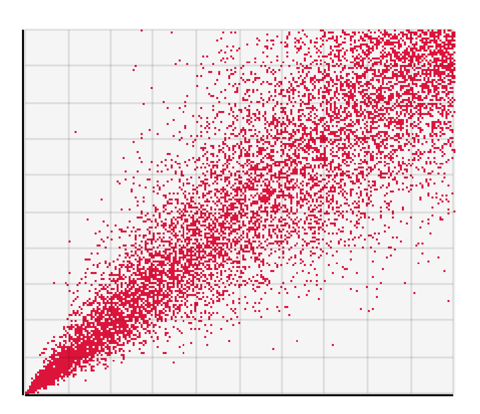
Beispielsweise sehen Sie hier ein Muster einer zweidimensionalen gemeinsamen Verteilung:



Die x- und y-Randverteilungen sind eine Normalverteilung und eine Weibull-Verteilung:



Das zugrundeliegende „entmarginalisierte" Copula-Muster sieht wie folgt aus:

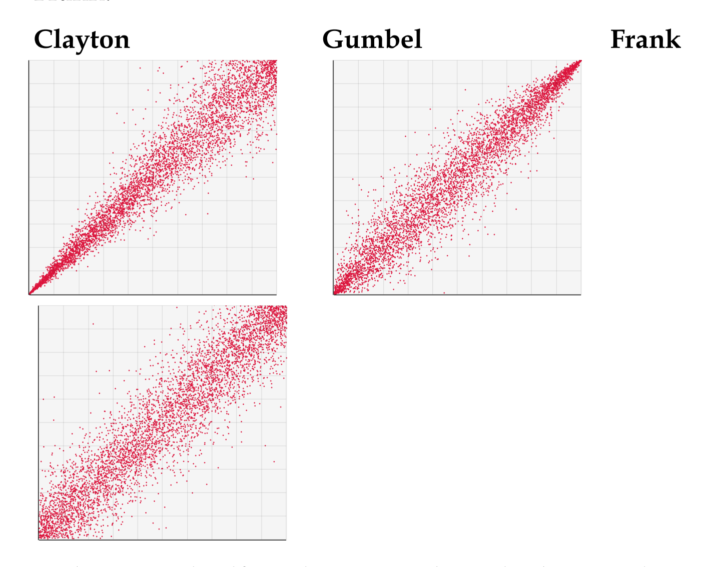


Arten von Copulas

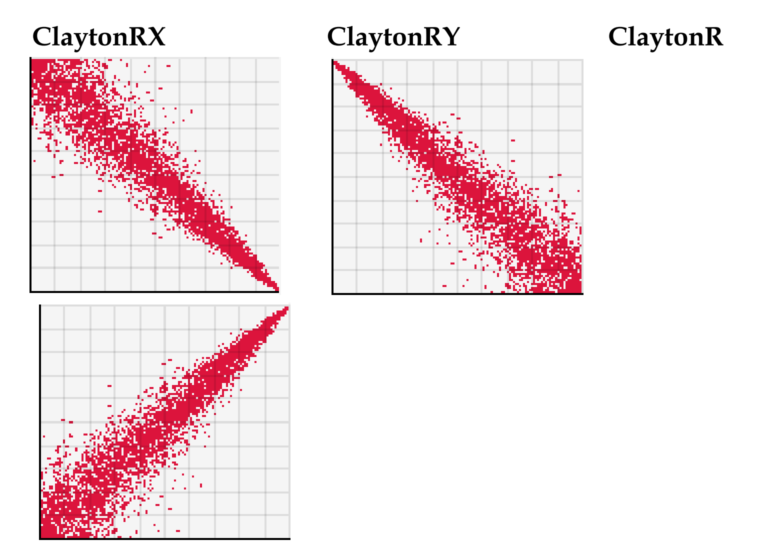
Genauso wie es viele verschiedene Arten von eindimensionalen Verteilungen gibt, gibt es auch viele verschiedene Copula-Muster. In @RISK sind drei breite Klassifizierungen von Copulas verfügbar.

Archimedisch – Diese einfachen Copulas dienen zum Korrelieren einer potenziell großen Anzahl ähnlicher Variablen, wie die Renditen aller Aktien in einer bestimmten Branche. Sie sind einfach, da sie nur einen einzigen Parameter benötigen. Dieser Parameter steuert das Ausmaß der Korrelation zwischen *allen* Variablen. @RISK unterstützt drei Arten von archimedischen Copulas: **Clayton, Gumbel** und **Frank**.

Clayton **Gumbel** **Frank**



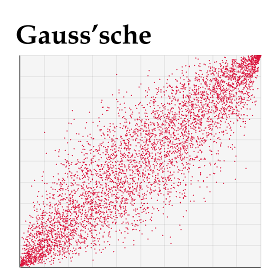
In ihrer Standardform können archimedische Copulas nur *positive* Korrelationen modellieren. Es gibt jedoch auch mehrere „gespiegelte“ Versionen von archimedischen Copulas. Bei zweidimensionalen Copulas kann um die x-Achse, die y-Achse oder beide Achsen gespiegelt werden. (Die Frank-Copula kann aufgrund ihrer Symmetrie nicht um beide Achsen gespiegelt werden. Das würde eine identische Copula ergeben.) Diese gespiegelten Versionen werden durch einen Suffix „RX“ (Spiegelung um die x-Achse), „RY“ (Spiegelung um die y-Achse) oder „R“ (Spiegelung um beide Achsen) gekennzeichnet. Beispielsweise sehen die möglichen Spiegelungen einer zweidimensionalen **Clayton**-Copula wie folgt aus:

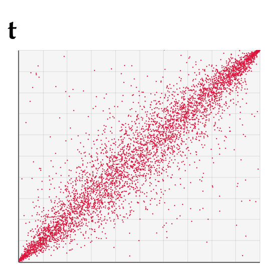


Bei drei- oder höherdimensionalen Copulas sind nur „R“-Spiegelungen zulässig, wobei *alle* Achsen gespiegelt werden. (Andere Spiegelungen sind mathematisch unmöglich.) Auch hier hat die Frank-Copula aufgrund ihrer Symmetrie keine „R“-Version.

Elliptisch – Es gibt zwei elliptische Copulas: **Gauss'sche** und **t**. Eine Gauss'sche Copula ist im Grunde identisch mit einer standardmäßigen @RISK Korrelations-Matrix. Daher ist die Spezifizierung einer vollständigen Matrix von Korrelationswerten erforderlich. Eine t-Copula ist ähnlich, hat aber einen zusätzlichen Parameter, der den Grad der Abhängigkeit für extreme Werte steuert.

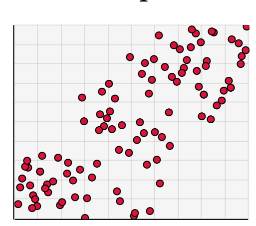
Gauss'sche **t**

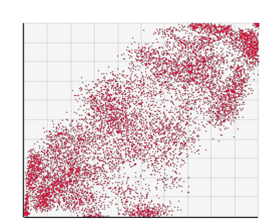




Empirisch – Sie können eine Copula auf einem Satz existierende Daten aufbauen. Dies entspricht der Verwendung einer **RiskGeneral**-Funktion zum Erstellen einer zufälligen univariaten Wahrscheinlichkeitsverteilung. Bei einem gegebenen Datensatz entfernt eine empirische Copula zuerst die Ränder aus den Daten. Danach erstellt sie eine Copula, mit der Sie beliebige Verteilungen mit diesem gleichen Muster korrelieren können. Wenn Sie eine empirische Copula vorschreiben, können Sie auswählen, ob Werte interpoliert werden sollen oder nicht. Wenn Sie keine Interpolation zulassen, erhalten Sie nur die gleichen (entmarginalisierten) Werte, die in Ihrem Datensatz vorhanden sind. Häufiger ist jedoch die Zulassung einer Interpolation. In diesem Fall verwendet @RISK Bayes'sche Statistik zum Berechnen der Werte zwischen den Werten aus Ihrem Datensatz. Als Beispiel sehen Sie hier die Ergebnisse einer Simulation mit 10.000 Iterationen derselben empirischen Copula aus 40 Datenwerten. Im nicht interpolierten Fall erhalten Sie nur 40 eindeutige Werte. Im interpolierten Fall sind die Werte um diese 40 Werte normalverteilt, aber nicht nur auf diese beschränkt:

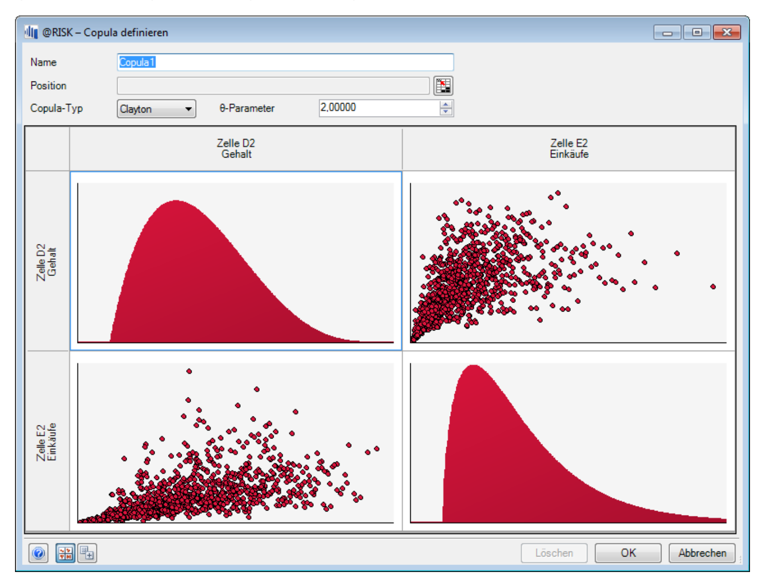
Nicht interpoliert **Interpoliert**





Definieren einer Copula

Um Eingaben mit einer Copula zu korrelieren, wählen Sie zwei oder mehrere Eingabeverteilungen aus und klicken im Menü **Korrelationen definieren** auf den Befehl **Copula definieren**. Es wird das gleichnamige Dialogfeld eingeblendet.



Oben in diesem Dialogfeld gibt es mehrere Felder, in denen Angaben gemacht werden können:

- **Name –** Dies ist der für die Copula angegebene Name. Dieser Name wird mit dem Excel-Bereich verbunden, in dem die Copula in Ihrem Modell definiert ist. Er wird auch in den RiskCopula-Eigenschaftsfunktionen verwendet, die in Ihre @RISK-Eingabeverteilungen eingefügt werden, um die Copula zu identifizieren, an die sie angehängt sind. Bei diesem Namen muss es sich um eine für den Excel-Bereich gültige Bezeichnung handeln.
- **Position –** Hierdurch wird der Excel-Bereich angegeben, den die Copula einnehmen wird.
- **Copula-Typ –** Hierdurch wird der Copula-Typ festgelegt. Mehrere Copula-Typen sind nur für zweidimensionale Copulas verfügbar.
- **Copula-Parameter –** Je nach angegebenem Copula-Typ sind verschiedene Parameter verfügbar, mit denen die Copula angepasst werden kann.
- **Empirischer Quellbereich –** Wenn Sie eine empirische Copula auswählen, müssen Sie den Bereich mit den Quelldaten angeben.

Das Dialogfeld Copula definieren enthält auch einen Bildraster. Die diagonalen Bilder in diesem Fenster zeigen die Randverteilungen, die korreliert werden; die abseits der Diagonale liegenden Bilder sind Punktdiagramme, die die Korrelationsmuster zwischen den einzelnen Paaren zeigen. Es ist zu beachten, dass die Elemente unterhalb der Diagonalen stets Spiegelungen der Elemente oberhalb der Diagonalen sind. Für die elliptischen Copulas (Gauss'sche und t) müssen Matrixwerte angegeben werden. Diese können direkt im Bildraster bearbeitet werden.

Wie Copulas Excel-Modellen hinzugefügt werden

Nachdem Sie Name, Position und Copula-Eigenschaften angegeben haben, klicken Sie auf OK, um die neue Copula in Ihr Kalkulationstabellenmodell zu schreiben. Dies fügt auch RiskCopula-Eigenschaftsfunktionen zu Ihren Eingabeverteilungsfunktionen hinzu, damit sie an diese Copula „angehängt“ werden.

Beispielsweise werden die drei Uniform-Verteilungen in Zellen B2:B4 unten mit Hilfe einer Clayton-Copula namens „Copula1” korreliert:

	A	B	C	D	E	F
1						
2	V1	0,5		@RISK-Copula: Copula1		
3	V2	0,5		Typ	Clayton	
4	V3	0,5		Abmessung	3	
5				Parameter	2,000	
6						
7						

„Copula1” ist der Name eines Excel-Bereichs, der auf die Zellen in gelb (E3:E5) verweist. In jeder Eingabezelle wurde auch eine **RiskCopula**-Eigenschaftsfunktion hinzugefügt, um die Eingabe der Copula anzuhängen. Die Eingabefunktionen in Zellen B2:B4 sind:

=RiskUniform(0;1;RiskCopula(Copula1;1))

=RiskUniform(0;1;RiskCopula(Copula1;2))

=RiskUniform(0;1;RiskCopula(Copula1;3))

Beachten Sie, dass die **RiskCopula**-Funktion nahezu identisch wie die **RiskCorrmat**-Funktion funktioniert, wenn es um das Hinzufügen einer Korrelations-Matrix geht. Das erste Argument legt die zu verwendende Copula fest, das zweite den Index der Eingabe in die Copula.

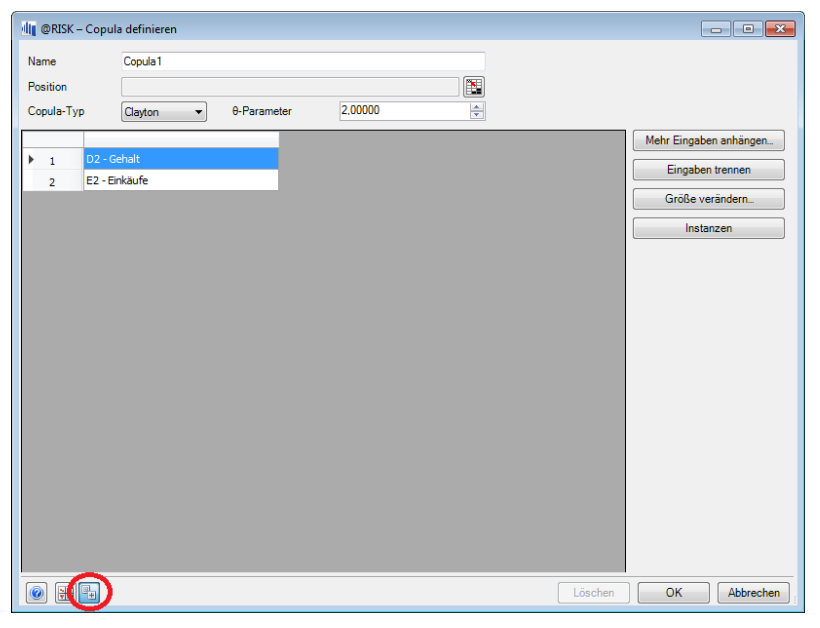
Bearbeiten einer vorhandenen Copula

An einer Copula können grundlegende Bearbeitungen vorgenommen werden, wie Ändern von Parametern oder Matrixwerten, und zwar direkt in Ihrem Kalkulationstabellen-Modell. Wesentliche Änderungen wie das Ändern des Copula-Typs, von Anhängen oder der Dimensionalität sollten im Dialogfeld **Copula definieren** gemacht werden.

Um das Dialogfeld Copula definieren für eine existierende Copula wieder anzuzeigen, wählen Sie eine Zelle in der existierenden Copula oder eine der daran angehängten Eingaben aus und wählen Sie danach den Menüeintrag Copula definieren aus. Sie können nun Ihre Copula ändern.

Anhangs-Editor

Manchmal können Eingaben aus einer existierenden Copula entfernt, Eingaben modifiziert oder neue Eingaben einer existierenden Copula hinzugefügt werden müssen. Obwohl dies direkt durch Modifizieren der RiskCopula-Eigenschaftsfunktionen in Ihren Kalkulationstabellen-Funktionen möglich ist, ist es wesentlich einfacher den **Anhangs-Editor** des Dialogfelds Copula definieren zu verwenden. Klicken Sie dazu auf das Symbol für den Anhangs-Editor unten links.



Dadurch wird das Fenster Copula definieren geändert und es enthält nun eine Liste aller Eingaben, die derzeit an die Copula angehängt sind, gemeinsam mit Schaltflächen zum Modifizieren dieser Liste.

- **Mehr Eingaben anhängen –** Ermöglicht das Anhängen weiterer Eingaben an die Copula. Nach dem Klicken auf diese Schaltfläche müssen Sie die Excel-Zellen mit den Eingaben auswählen. Anschließend erhalten Sie mehrere Wahlmöglichkeiten zur Steuerung wie diese in die Liste aufgenommen werden.
- **Eingaben trennen –** Damit werden die derzeit ausgewählten Eingaben aus der Anhangsliste entfernt.

- **Größe verändern –** Ermöglicht das Ändern der Dimensionalität der Copula.
- **Instanzen –** Gleich wie bei Korrelations-Matrizen kann es mehrere unabhängige Instanzen derselben Copula geben. Mit dieser Schaltfläche werden neue Instanzen erstellt, gelöscht oder benannt. Detailliertere Informationen über Instanzen finden Sie im Abschnitt **Korrelationen definieren** in diesem Handbuch.

Löschen einer Copula

Die einfachste Methode zum Löschen einer Copula aus dem Modell ist über das Dialogfeld Copula definieren mit der Schaltfläche Löschen unten in diesem Dialogfeld. Dadurch werden die Copula-Definition, der damit verbundene definierte Name und alle RiskCopula-Eigenschaftsfunktionen aus den angehängten Eingabeverteilungen entfernt.

Prüfen der Matrix-Übereinstimmung

Für **elliptische Copulas (Gauss'sche** und **t**) muss eine Matrix der Koeffizienten angegeben werden. Genauso wie bei standardmäßigen Korrelations-Matrizen müssen diese Koeffizienten gültig sein (positiv halbkonstant). Detailliertere Informationen finden Sie im Abschnitt **Korrelationen definieren** in diesem Handbuch.

Diese Übereinstimmungsprüfung wird automatisch durchgeführt, wenn Sie das Fenster Copula definieren schließen. Sie kann aber auch durch Klicken auf die Schaltfläche **Matrix-Übereinstimmung prüfen** durchgeführt werden.

Zum Unterschied zu Korrelations-Matrizen kann jedoch keine Anpassungsfaktoren-Matrix für Copula-Koeffizienten angegeben werden.

Befehl Copula anpassen

Passt eine Copula an einen existierenden Datensatz an

Der Befehl Copula anpassen (aus dem Menü Korrelationen definieren in der Modellgruppe) ermöglicht das Erstellen einer Copula auf Basis eines existierenden Datensatzes. Sie können eine Copula von Grund auf neu angeben. In der Regel wird eine Copula jedoch auf Basis eines existierenden Datensatzes erstellt. Eine Möglichkeit dazu ist durch Verwendung einer empirischen Copula im Dialogfeld Copula definieren. Eine zweite, eher mathematische Möglichkeit ist die Anpassung einer Copula an Ihre Daten. Hier werden die grundlegenden Schritte beschrieben, die @RISK beim Anpassen einer Copula an Ihre Daten durchführt.

Entfernen von Randverteilungen aus den Daten

Es ist wichtig, sich daran zu erinnern, dass alle Randverteilungsdaten aus Copulas entfernt werden. Daher ist der erste Schritt beim Anpassen einer Copula das Entfernen der Randverteilungen. In der Statistik-Literatur werden dazu mehrere Methoden vorgeschlagen. In @RISK wird dieser **Entmarginalisierungs-**Vorgang durch Transformation der Rohdaten in sogenannte **Pseudowerteproben** durchgeführt. Die Pseudowerteproben werden durch Ersetzen aller Stichproben durch ihre zugehörigen Ränge und anschließendes Dividieren durch die Werteprobengröße plus 1 erzeugt.

Copula-Anpassungs-methoden

Es gibt zwei Hauptanpassungsmethoden, die zur Bestimmung von Copula-Parametern aus den Pseudowerteproben verwendet werden. In diesem Handbuch wird der Anpassungsvorgang nicht detailliert erläutert (er ist der Statistikliteratur zu entnehmen). Kurz zusammengefasst sind das jedoch:

- **Maximale Wahrscheinlichkeitsschätzung** – Diese Methode (mit der Kurzbezeichnung MLE) ist der MLE-Methode für die Anpassung einer univariaten Verteilung sehr ähnlich. Die Parameter jeder angepassten Copula werden zum Maximieren der gemeinsamen Wahrscheinlichkeitsfunktion der Überwachung der gegebenen Pseudowerteproben verwendet. In der Statistikliteratur wird die gerade beschriebene Kombination der Entmarginalisierung und die MLE-Methode oft als **kanonische** maximale Wahrscheinlichkeitsmethode bezeichnet (manchmal abgekürzt als CMLE oder CML).

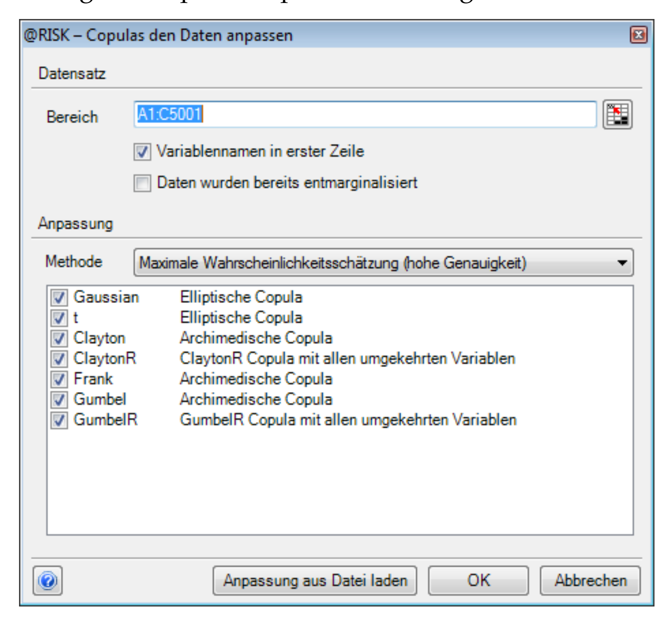
- **Kendalls tau-Inversion –** Diese Methode, manchmal auch als **itau**-Methode bezeichnet, ist eine Art Momentenausgleich. Sie berechnet zuerst die Kendalls tau-Statistik für jedes Variablenpaar. Diese Statistik misst, wie oft sich zwei Variablen beide in die gleiche Richtung bewegen (nach oben oder unten). Sie stimmt die Parameter der Copula ab, um die gleiche theoretische Statistik zu erhalten.

Die MLE-Methode ist im allgemeinen in den meisten Fällen besser und sollte wenn möglich verwendet werden. Sie hat bessere Konvergenz- und Stabilitätseigenschaften, ist jedoch manchmal in der Berechnung zeitaufwendig, besonders für elliptische Copulas. Sie dauert länger, da die Anzahl der Variablen (D) zunimmt. Nach ca. D = 20 wird der Rechenvorgang äußerst langwierig. @RISK liefert eine ungefähre MLE-Option, die bei großem D wesentlich schneller ist, jedoch Einbußen bei der Genauigkeit verursacht. Aber auch bei der ungefähren Methode gibt es noch ein weiteres Problem. Bei ca. D = 50 versagen die meisten MLE-Anpassungsberechnungen auf Grund von numerischen Problemen. Daher gestattet @RISK mit der MLE-Methode keine Anpassungen mit D > 50.

@RISK bietet die Kendalls tau-Methode als Alternative zu MLE. Sie ist wesentlich schneller und ermöglicht sehr hohe Dimensionalität (bis zu D = 1000). Sie hat jedoch auch ihre Nachteile. Erst einmal ist die Konvergenz langsamer. Das bedeutet, dass mehr Werteproben erforderlich sind als bei der MLE-Methode, um den gleichen Genauigkeitsgrad zu erzielen. Ein zweites Problem, das nur elliptische Copulas betrifft, ist, dass die Methode eine Lösung finden kann, die nicht zulässig ist, da sie die „Übereinstimmungsanforderungen" (positiv halbkonstant) der Copula-Matrix nicht erfüllt. Es gibt immer Möglichkeiten dieses Problem zu korrigieren und @RISK implementiert diese. Dabei sind aber inhärente Willkürlichkeiten in der erhaltenen Lösung vorhanden.

Festlegen von Copula-Anpassungs-optionen

Um eine Copula an Ihre Daten anzupassen, müssen Sie zuerst den Bereich der Daten und dann den Befehl **Copula anpassen** auswählen, um das Dialogfeld Copulas anpassen anzuzeigen.



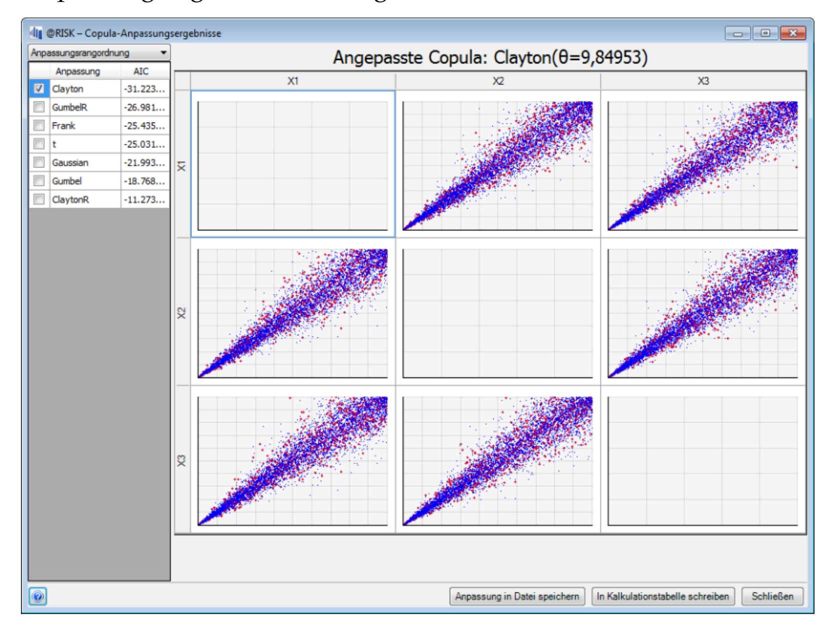
In diesem Dialogfeld gibt es folgende Optionen:

- **Bereich –** Legt den Bereich fest, der die anzupassenden Daten enthält. Dies ist bereits ausgefüllt, wenn Sie das Dialogfeld aufrufen; Sie können es jedoch auf Wunsch ändern. Für den Anpassungsvorgang müssen die Daten in Spalten angeordnet sein.
- **Variablennamen in erster Zeile –** Wenn die erste Zeile des Datenbereichs die Namen der einzelnen Variablen enthält, die angepasst werden sollen, aktivieren Sie diese Option. Auch dies wird von @RISK automatisch bestimmt, kann aber geändert werden.
- **Daten wurden bereits entmarginalisiert –** @RISK sollte die Daten vor der Anpassung fast immer „entmarginalisieren". Im unwahrscheinlichen Fall, dass Ihre Daten bereits entmarginalisiert wurden (entweder manuell oder wenn die Daten direkt aus einer Roh-Copula erstellt wurden), sollte diese Option aktiviert werden, damit @RISK sie nicht versehentlich ein zweites Mal entmarginalisiert.

- **Anpassungsmethode –** Legt fest, welche Anpassungsmethode verwendet wird. (Weitere Informationen über das Auswählen einer geeigneten Methode finden Sie im Abschnitt **Copula-Anpassungsmethoden**.) Wahlmöglichkeiten:
  - Maximale Wahrscheinlichkeitsschätzung (hohe Genauigkeit)
  - Maximale Wahrscheinlichkeitsschätzung (ungefähr)
  - Kendalls tau-Inversion
- **Auswahl der Copula-Typen –** Hier sind alle Copula-Typen angegeben, die mit Ihren Daten kompatibel sind. Standardmäßig verwenden Sie alle Möglichkeiten zur Anpassung. Sie können aber einen oder mehrere Punkte deaktivieren, wenn der Anpassungsvorgang schneller ablaufen soll oder wenn Sie wissen, dass ein bestimmter Copula-Typ nicht berücksichtigt werden soll.
- **Anpassung aus Datei laden –** Wenn Sie die Ergebnisse einer früheren Anpassung in einer Datei gespeichert haben, können Sie diese Ergebnisse mit diesem Befehl laden.

Anzeigen der Ergebnisse für angepasste Copula

Nachdem Sie eine oder mehrere Copulas an Ihre Daten angepasst haben, können Sie die Anpassungsergebnisse im Fenster „Copula-Anpassungsergebnisse“ anzeigen.



Der linke Bereich dieses Fensters enthält eine Liste aller angepassten Copulas, sortiert nach einer Modellauswahlstatistik. Diese Sortierung wird über die Dropdown-Liste **Anpassungsrangordnung** festgelegt. Es gibt folgende Optionen:

- Akaike-Informationskriterium (AIC)
- Bayes’sches Informationskriterium (BIC)
- Durchschn. Log-Likelihood (Durchschn. LogL)
- Name

Die AIC- und BIC-Statistiken werden im Anhang **Verteilungsanpassung** dieses Handbuchs ausführlich beschrieben. Es ist wichtig anzumerken, dass diese Statistiken alles gute Methoden zum Durchführen der *Modellauswahl* sind. D. h., sie eignen sich alle gut zum Identifizieren, ob eine Copula eine bessere Passung ist als die anderen. Sie bieten jedoch kein *absolutes* Maß, wie gut die Passung ist.

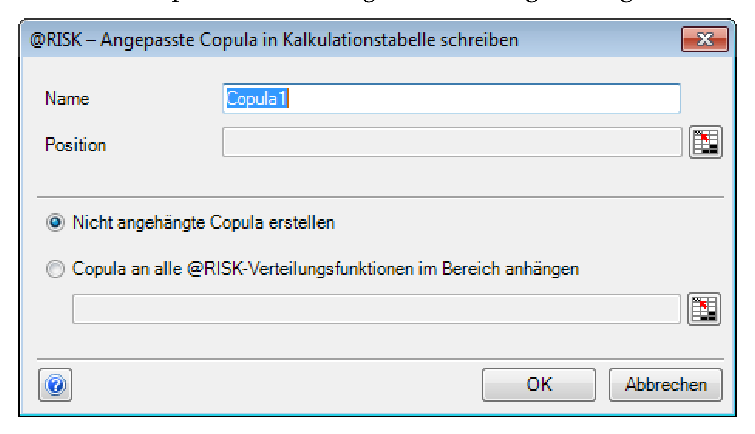
Die Auswahl einer der Passungen in der Liste ändert die Diagramme, die im Fenster angezeigt werden. Für zweidimensionale Passungen wird ein einziges großes Diagramm angezeigt. Bei mehr Dimensionen gibt es je ein Diagramm für jedes Variablenpaar. Alle diese Diagramme können aus dem Bereich gezogen werden, um ein

Vollbild-Diagramm zu erstellen, das dann genauer untersucht werden kann.

Jedes Diagramm hat zwei Punktsätze: einer zeigt die tatsächlichen (entmarginalisierten) Daten und der andere einen simulierten Datensatz aus der angepassten Copula. Durch einen Vergleich der Überlappungen zwischen diesen beiden Punktesätzen kann die Qualität der Passung visuell bestimmt werden.

Anpassung in Datei speichern – Mit dieser Schaltfläche kann das Anpassungsergebnis zur späteren Bezugnahme in einer Datei gespeichert werden.

In Kalkulationstabelle schreiben – Mit diesem Befehl wird eine angepasste Copula in das Kalkulationstabellenmodell aufgenommen. Mit diesem Befehl wird ein Dialogfeld aufgerufen, in dem Sie die neue Copula benennen, ihre Position im Modell angeben und wahlweise die Copula an eine Eingabeverteilung anhängen können.



Verteilungsanpassung

Befehl „Anpassen“

Passt in Excel die Wahrscheinlichkeitsverteilungen den Daten und zeigt auch die Ergebnisse an

Mithilfe des Modellbefehls **Anpassen** können Wahrscheinlichkeitsverteilungen den Daten eines ausgewählten Excel-Bereichs angepasst werden. Dieser Befehl ist nur in @RISK Professional und @RISK Industrial verfügbar.

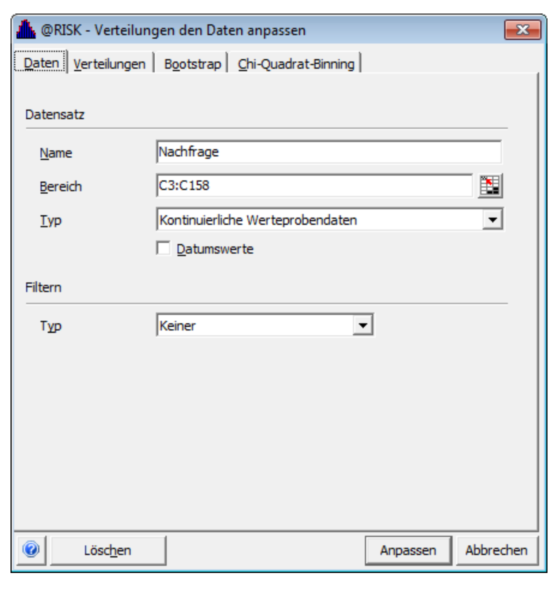
Mitunter wird eine Eingabeverteilung dadurch ausgewählt, dass bestimmte Wahrscheinlichkeitsverteilungen einem Satz von Daten angepasst werden. Vielleicht haben Sie z. B. einen für eine Eingabe bestimmten Satz von Werteprobendaten und suchen nach einer Wahrscheinlichkeitsverteilung, die diesen Daten am besten entspricht. Das Dialogfeld **Verteilungen den Daten anpassen** enthält alle notwendigen Befehle, um diese Anpassungen vorzunehmen. Nach der Anpassung kann die Verteilung als eine @RISK-Verteilungsfunktion in Ihrem Modell platziert oder während der Simulationen verwendet werden.

Eine Verteilung für ein simuliertes Ergebnis kann ebenfalls als Quelle der anzupassenden Daten verwendet werden. Um Verteilungen einem simulierten Ergebnis anzupassen, müssen Sie unten links im Diagrammfenster, in dem die betreffende simulierte Verteilung angezeigt ist, auf das Symbol für **Verteilungen den Daten anpassen** klicken.

Registerkarte „Daten“ – Befehl „Anpassen“

Legt die anzupassenden Eingabedaten, den Datentyp, die zugehörige Domäne sowie den evtl. auf die Daten anzuwendenden Filter fest

Über die Registerkarte **Daten** im Dialogfeld **Verteilungen den Daten anpassen** können Sie die Quelle und den Typ der eingegebenen Eingabedaten angeben und ob es sich um eine kontinuierliche oder diskontinuierliche Verteilung handelt. Auch kann mithilfe dieser Registerkarte festgelegt werden, ob die Daten gefiltert werden sollen oder nicht.



Datensatz

Durch die Optionen unter **Datensatz** kann die Quelle der anzupassenden Daten sowie auch der Datentyp angegeben werden. Hierfür sind folgende Optionen verfügbar:

- **Name** Gibt einen Namen für den angepassten Datensatz an. Dieser Name ist dann auch im Anpassungsmanager und in allen ***RiskFit***-Funktionen zu sehen, durch die irgendeine Verteilungsfunktion mit den Anpassungsergebnissen verknüpft ist.
- **Bereich**. Nennt einen Excel-Bereich, der die anzupassenden Daten enthält.

Optionen bezüglich Datensatztyp

Über diese Optionen wird angegeben, welche Art von Daten angepasst werden sollen. Es können sechs verschiedene Arten von Daten eingegeben werden:

- **Kontinuierliche Werteprobendaten** – gibt an, dass es sich um Werteproben (oder Beobachtungen), d. h. um einen aus einer Population erhobenen Satz von Werten handelt. Diese Werteprobendaten werden dazu benutzt, die Eigenschaften der Population auszuwerten. Diese Daten können sich in Excel in einer **Spalte, Zeile oder auch in einem Zellblock** befinden.
- **Diskontinuierliche Werteprobendaten** – gibt an, dass es sich um diskontinuierliche Werteprobendaten (oder Beobachtungen) handelt. Bei diesen Daten ist die durch die Eingabedaten beschriebene Verteilung diskontinuierlich, d. h. es sind nur ganzzahlige Werte möglich. Diese Daten können sich in Excel in einer **Spalte, Zeile oder auch in einem Zellblock** befinden.
- **Diskontinuierliche Werteprobendaten („x Count"-Format)** – gibt an, dass es sich um Werteprobendaten (oder Beobachtungen) handelt, die diskontinuierlich und im „x Count"-Format sind. Das heißt, bei den Eingabedaten handelt es sich um ***x; Count***-Paare, wobei durch ***Count*** die Anzahl der Punkte angegeben wird, die auf den Wert x fallen. Diese Daten müssen sich in Excel in **zwei Spalten** befinden, und zwar die x-Werte in der ersten Spalte und die ***Count***-Werte in der entsprechenden Zelle der zweiten Spalte.
- **Dichte (x-y)-Punkte (nicht normalisiert)**. Die Daten für eine Dichtekurve werden in Form von [*x, y*]-Paaren angegeben. Der *y*-Wert bestimmt die relative Höhe (Dichte) der Dichtekurve an der Position des jeweiligen *x*-Wertes. Die Datenwerte werden wie angegeben verwendet. Diese Daten müssen sich in Excel in **zwei Spalten** befinden, und zwar die x-Werte in der ersten Spalte und die y-Werte in der entsprechenden Zelle der zweiten Spalte.

- **Dichte (x-y)-Punkte (normalisiert)**. Die Daten für eine Dichtekurve werden in Form von [*x, y*]-Paaren angegeben. In der Regel wird diese Option verwendet, wenn y-Daten aus einer bereits normalisierten Kurve genommen werden. Der *y*-Wert bestimmt die relative Höhe (Dichte) der Dichtekurve an der Position des jeweiligen *x*-Wertes. Die Datenwerte für die eingegebene Dichtekurve (in Form von [*x, y*]-Paaren) sind normalisiert, sodass der unter der Dichtekurve befindliche Bereich dem Wert 1 entspricht. Diese Option ist meistens zu empfehlen, da dadurch die Anpassung von Dichtekurvendaten verbessert werden kann. Diese Daten müssen sich in Excel in **zwei Spalten** befinden, und zwar die x-Werte in der ersten Spalte und die y-Werte in der entsprechenden Zelle der zweiten Spalte.

- **Summenkurvenpunkte (x-p)**. Daten für eine Summenkurve werden in Form von [*x, p*]-Paaren angegeben, wobei jedes Paar einen *x*-Wert und die Summenwahrscheinlichkeit *p* besitzt, um die Höhe (Verteilung) der Summenwahrscheinlichkeitskurve an der Position des *x*-Wertes anzugeben. Durch *p* wird die Auftretenswahrscheinlichkeit eines Wertes dargestellt, der kleiner als oder gleich dem entsprechenden *x*-Wert ist. Diese Daten müssen sich in Excel in **zwei Spalten** befinden, und zwar die x-Werte in der ersten Spalte und die y-Werte in der entsprechenden Zelle der zweiten Spalte.

- **Datumswerte**. Durch diese Option wird angegeben, dass Datumsdaten verwendet werden und dass Diagramme und Statistiken mit Datumswerten angezeigt werden müssen. Falls @RISK im bezogenen Datensatz irgendwelche Datumswerte erkennt, wird diese Option automatisch aktiviert.

Filteroptionen

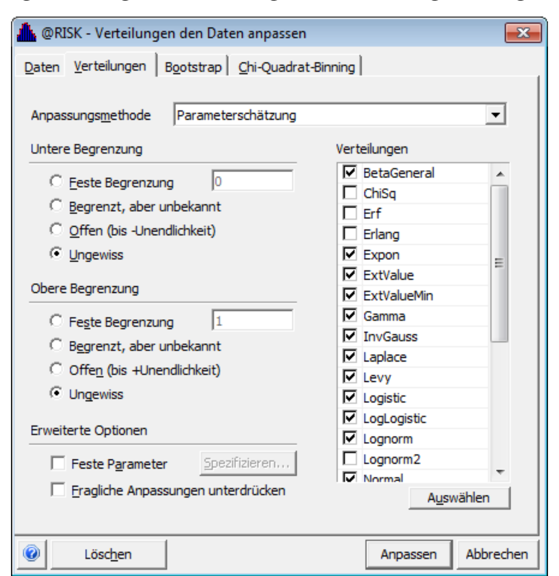
Durch Filtern können unerwünschte Werte, die außerhalb des eingegebenen Bereichs liegen, vom Eingabedatensatz ausgeschlossen werden. Filtern gibt Ihnen die Möglichkeit, Ausreißer in den Daten anzugeben, die dann aber während der Anpassung ignoriert werden. Vielleicht möchten Sie beispielsweise nur x-Werte analysieren, die größer als 0 sind. Oder es könnte auch sein, dass Randwerte herausgefiltert werden sollen, die weiter als ein paar Standardabweichungen vom Mittelwert entfernt liegen. Folgende Filteroptionen sind verfügbar:

- **Keine** – gibt an, dass die Daten genau wie eingegeben auch angepasst werden sollen.
- **Absolut** – legt einen minimalen x-Wert, einen maximalen x-Wert oder auch beiden Werte fest, um einen Bereich von gültigen Daten für die Anpassung zu definieren. Mit anderen Worten, Werte außerhalb des eingegebenen Bereichs werden in diesem Fall ignoriert. Falls nur ein Minimal- bzw. Maximalwert für den Bereich eingegeben wurde, werden die Daten nur unterhalb dieses Minimalwertes bzw. oberhalb dieses Maximalwertes gefiltert.
- **Relativ** – legt fest, dass Daten, die außerhalb der eingegebenen Anzahl von Standardabweichungen vom Mittelwert liegen, vor der Anpassung aus dem Datensatz herausgefiltert werden sollen.

Registerkarte „Verteilungen“ – Befehl „Anpassen“

Wählt die anzupassenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen aus oder legt eine vordefinierte Verteilung für die Anpassung fest

Mithilfe der Optionen auf der Registerkarte **Verteilungen** des Dialogfelds **Verteilungen den Daten anpassen** werden die in die Anpassung mit einzubeziehenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen ausgewählt. Diese Optionen können auch dazu verwendet werden, vordefinierte Verteilungen mit voreingestellten anzupassenden Parameterwerten anzugeben. Die in die Anpassung mit einzubeziehenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen können aber auch dadurch ausgewählt werden, dass Sie Informationen über die untere und obere Begrenzung der zulässigen Verteilungen eingeben.



Anpassungs-methode

Über die Optionen unter **Anpassungsmethode** wird festgelegt, ob 1) eine Gruppe von Verteilungstypen angepasst oder 2) ein Satz von vordefinierten Verteilungen verwendet werden soll. Von der Auswahl unter **Anpassungsmethode** hängt ab, welche anderen Optionen auf der Registerkarte **Verteilungen** angezeigt werden. In Bezug auf **Anpassungsmethode** sind folgende Optionen verfügbar:

- **Parameterschätzung –** d. h. es sollen für die ausgewählten Verteilungstypen die Parameter verwendet werden, die dem Datensatz am besten entsprechen.
- **Vordefinierte Verteilungen** – d. h. es soll festgestellt werden, wie der gegebene Datensatz am besten den eingegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen (mit voreingestellten Parameterwerten) angepasst werden kann.

Optionen für Parameterschätzung

Bei Auswahl von **Parameterschätzung** als Anpassungsmethode sind auf der Registerkarte **Verteilungen** folgende Optionen verfügbar:

- Verteilungstyp-Liste. Durch Aktivieren oder Deaktivieren eines bestimmten Verteilungstyps in dieser Liste wird der betreffende Typ entweder in die auszuführende Anpassung mit einbezogen oder nicht. Die in der Liste angeführten Verteilungstypen hängen von den ausgewählten Optionen für **Untere Begrenzung** und **Obere Begrenzung** ab. Standardmäßig sind einige der in der Liste genannten Verteilungstypen deaktiviert, weil es sich bei diesen entweder um besondere Formen eines bereits aktivierten Verteilungstyps handelt (eine Erlang-Verteilung ist z. B. eine Gamma-Verteilung mit einem Ganzzahl-Formparameter) und eine Anpassung daher doppelt sein würde, oder weil es Verteilungstypen sind, die normalerweise nicht angepasst werden (wie z. B. der Typ **Student** oder **ChiSq**).

Jeder Verteilungstyp hat verschiedene charakteristische Merkmale in Hinsicht auf Bereich und Begrenzung der Daten, die durch diesen Typ beschrieben werden können. Über die Optionen **Untere Begrenzung** und **Obere Begrenzung** können Sie die Verteilungstypen auswählen, die mit einbezogen werden sollen, und die Begrenzungen einstellen, und zwar auf Basis Ihrer Kenntnis des Wertebereichs, der für das durch die Eingabeproben beschriebene Objekt evtl. infrage kommt.

Für die **untere** und **obere Begrenzung** stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- **Feste Begrenzung von** – legt einen bestimmten Wert für die untere und/oder obere Begrenzung der angepassten Verteilung fest. Nur bestimmte Verteilungstypen, wie z. B. die Dreiecksverteilung (*Triang*), haben eine feste untere und obere Begrenzung. Wenn Sie eine feste Begrenzung eingeben, wird die Anpassung daher auf bestimmte Verteilungstypen beschränkt.

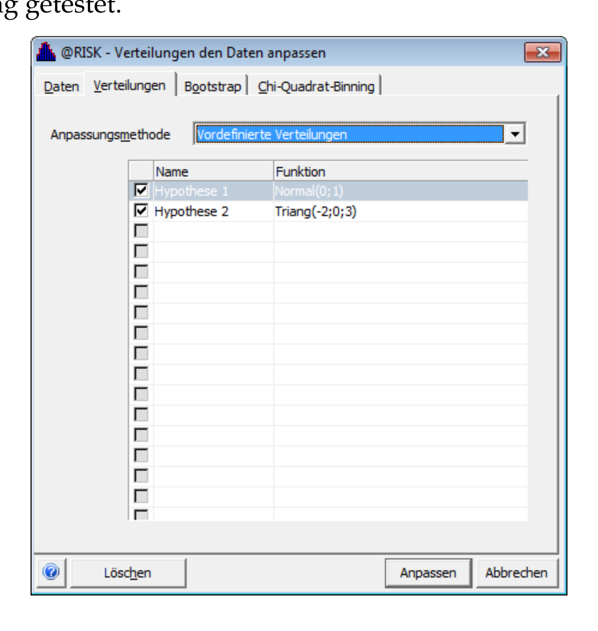
- **Begrenzt, aber unbekannt** – gibt an, dass die angepasste Verteilung eine bestimmte untere und/oder obere Begrenzung hat, die Ihnen aber nicht bekannt ist.

- **Offen (bis +/-Unendlichkeit)** – gibt an, dass die durch die angepasste Verteilung beschriebenen Daten praktisch jeden beliebigen positiven oder negativen Wert beinhalten können.

- **Ungewiss** – gibt an, dass Sie den möglichen Wertbereich nicht genau kennen und dass daher der volle Verteilungsbereich für die Anpassung verfügbar sein sollte.

Optionen für vordefinierte Verteilungen

Bei Auswahl von **Vordefinierte Verteilungen** als Anpassungsmethode wird ein Satz von vordefinierten Verteilungen eingegeben und nur diese Verteilungen werden dann während der Anpassung getestet.



Zur Angabe von vordefinierten Verteilungen werden folgende Optionen verwendet:

- **Name** – gibt die Bezeichnung an, die Sie der vordefinierten Verteilung geben wollen.
- **Funktion** – gibt die vordefinierte Verteilung an, und zwar im Format der Verteilungsfunktion.

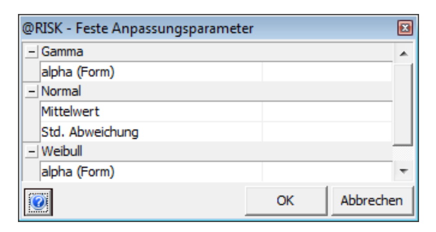
Vordefinierte Verteilungen können bei einer Anpassung entweder eingeschlossen oder auch ausgeschlossen werden, indem die entsprechenden Einträge in der Tabelle aktiviert bzw. deaktiviert werden.

Fragliche Anpassungen unterdrücken

Die Option **Fragliche Anpassungen unterdrücken** weist darauf hin, dass mathematisch gültige Anpassungen, die aber keinen vernünftigen heuristischen Methoden entsprechen, als mögliche Anpassungen zurückzuweisen sind. Es ist beispielsweise oft möglich, normale Daten einer BetaGeneral-Verteilung gemäß anzupassen, die mit sehr großen α1- und α2-Parametern sowie künstlich breitem Minimum- und Maximum-Parameter versehen ist. Obwohl dieses vom mathematischen Standpunkt her gesehen eine sehr gute Anpassung ergeben kann, ist diese jedoch äußerst unpraktisch.

Feste Parameter

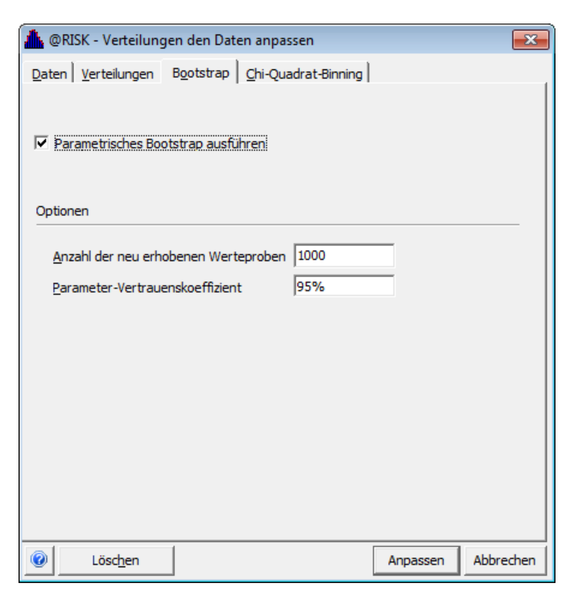
Bei gewissen Verteilungen erlaubt Ihnen @RISK, während der Anpassung die Parameter festzulegen. Sie können z. B. den Mittelwert einer angepassten Normalverteilung auf 10 festlegen, dabei aber der Standardabweichung ermöglichen, während des Anpassungsvorgangs zu variieren. Irgendwelche festen Parameter werden zusätzlich zu den über die Optionen **Untere Begrenzung** und **Obere Begrenzung** festgelegten Begrenzungen angewendet.



Registerkarte „Bootstrap“ – Befehl „Anpassen“

Definierung des Binning für die Chi-Quadrat-Anpassungsgütetests

Über die Registerkarte **Bootstrap** im Dialogfeld **Verteilungen den Daten anpassen** wird ein parametrisches Bootstrap-Programm für eine Anpassung eingerichtet. Das parametrische Bootstrap-Programm wird dazu verwendet, Vertrauenskoeffizienten für die Parameter der angepassten Verteilungen zu generieren, um auf diese Weise Verteilungen für Teststatistiken zu erstellen und kritische Werte zu berechnen.



Bei einem Bootstrap-Programm werden Werteproben aus einer angepassten Verteilung erhoben und diese Werte dann neu angepasst. Die Anzahl der erhobenen Werteproben entspricht der Anzahl der Werte im ursprünglichen Datensatz. Wenn Ihre beste Anpassung z. B. eine *Normal(10;1,25)*-Verteilung war und sich 100 Werte im ursprünglichen Datensatz befanden, würde das Bootstrap-Programm 100 Werteproben aus der *Normal(10;1,25)*-Verteilung erheben und dann diese Proben entsprechend anpassen. Dieser Vorgang wird dann wiederholt vorgenommen, und zwar so oft, wie über **Anzahl neu erhobener Werteproben** eingestellt worden ist.

Mittels Bootstrap wird eine Verteilung der Parameterwerte für die angepasste Verteilung generiert, und zwar zusammen mit einem Vertrauensbereich. Wenn Ihre beste Anpassung beispielsweise eine Normalverteilung war, würde das Bootstrap-Programm eine Verteilung sowohl für den Mittelwert als auch für die angepasste Standardabweichung erstellen. Außerdem generiert Bootstrap auch eine Verteilung der Teststatistikwerte. Dadurch werden Hintergrundinformationen über Qualität und Stabilität der berichteten Parameter und Statistiken für die angepasste Verteilung zur Verfügung gestellt.

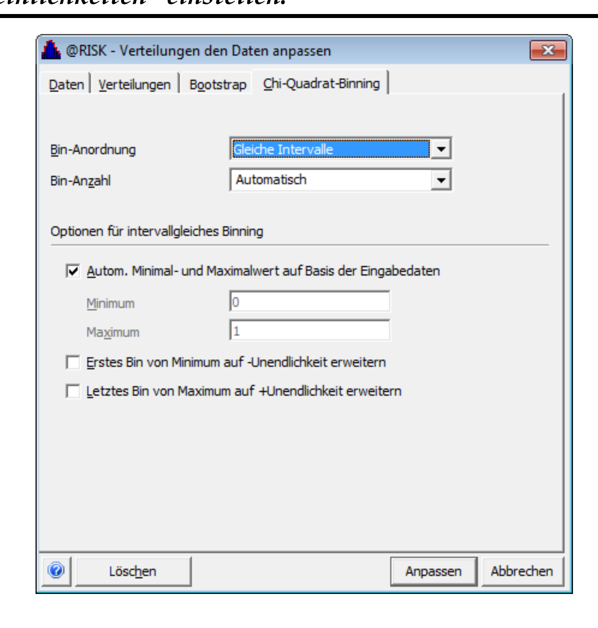
Weitere Informationen über das Bootstrap-Programm und die Verteilungsanpassung finden Sie in **Anhang A: Verteilungsanpassung**.

Registerkarte „Chi-Quadrat-Binning" – Befehl „Anpassen"

Definiert das Binning für die Chi-Quadrat-Anpassungsgütetests

Mithilfe der Registerkarte Chi-Quadrat-Binning im Dialogfeld Verteilungen den Daten anpassen können Sie die Anzahl der Bins, den Bin-Typ und auch das Ihren Wünschen entsprechende Binning definieren, das für die Chi-Quadrat-Anpassungsgütetests verwendet werden soll. Bei den „Bins" handelt es sich um die Gruppen, in welche die Eingabedaten unterteilt werden sollen (so ähnlich wie Unterteilung in Klassen beim Zeichnen eines Histogramms). Die Art des Binning kann sich auf die Ergebnisse der Chi-Quadrat-Tests und auch auf die Anpassungsergebnisse auswirken. Durch Verwendung der Optionen unter **Chi-Quadrat-Binning** können Sie sicherstellen, dass beim Chi-Quadrat-Test die Bins verwendet werden, die Sie für diesen Test am geeignetsten halten. Weitere Informationen darüber, wie Bins im Chi-Quadrat-Test verwendet werden, finden Sie in **Anhang A: Verteilungsanpassung**.

Hinweis: Wenn Sie nicht genau wissen, wie viele Bins oder welcher Bin-Typ für einen Chi-Quadrat-Test zu verwenden sind, sollten Sie „Bin-Anzahl" auf „Automatisch" und „Bin-Anordnung" auf „Gleiche Wahrscheinlichkeiten" einstellen.



Bin-Anordnung

Über diese Optionen wird die Art des auszuführenden „Binning“ angegeben oder festgelegt, dass vollständig benutzerdefinierte Bins verwendet werden sollen, und zwar mit vom Benutzer eingegebenem Mindest- und Höchstwert. Unter **Bin-Anordnung** finden Sie folgende Optionen:

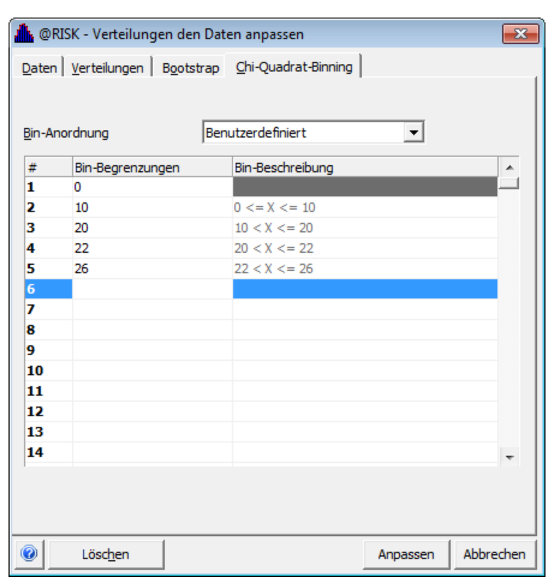
- **Gleiche Wahrscheinlichkeiten** – gibt an, dass die Bins überall in der angepassten Verteilung in Intervallen von gleicher Wahrscheinlichkeit erstellt werden sollen. Dadurch ergeben sich meistens Bins von ungleicher Länge. Wenn beispielsweise 10 Bins verwendet werden, würde das erste Bin vom Minimalwert bis zum 10. Perzentil, das zweite Bin vom 10. Perzentil bis zum 20. Perzentil usw. reichen. In diesem Modus werden die Größen der Bins durch @RISK der geeigneten Verteilung angepasst, wodurch versucht wird, jedem Bin die gleiche Wahrscheinlichkeit einzuräumen. Bei kontinuierlichen Verteilungen funktioniert das problemlos. Bei diskontinuierlichen Verteilungen können die Bins durch @RISK allerdings nur ungefähr gleichgemacht werden.
- **Gleiche Intervalle** – gibt an, dass die Bins für den gesamten Eingabedatensatz von gleicher Länge sein sollen. Für die Eingabe von intervallgleichen Bins in einen Eingabedatensatz stehen mehrere Optionen zur Verfügung. Es können beliebig viele dieser Optionen ausgewählt werden:

    1) Autom. Minimal- und Maximalwert auf Basis der Eingabedaten verwenden – gibt an, dass der Minimal- und Maximalwert des Datensatzes dazu benutzt werden soll, die Minimal- und Maximallänge der intervallgleichen Bins zu berechnen. In diesem Fall können das erste und das letzte Bin aber auf Basis der Einstellungen unter **Erstes Bin…** und **Letztes Bin…** hinzugefügt werden. Falls **Autom. Minimal- und Maximalwert auf Basis der Eingabedaten verwenden** nicht ausgewählt ist, können Sie ein bestimmtes **Minimum** und **Maximum** für Beginn und Ende der Bins eingeben. Dadurch haben Sie die Möglichkeit, einen bestimmten Bereich für das Binning einzugeben, ohne dabei die Minimal- und Maximalwerte des Datensatzes berücksichtigen zu müssen.

    2) Erstes Bin von Minimum auf -Unendlichkeit erweitern – gibt an, dass das erste benutzte Bin vom angegebenen Minimalwert aus zur Minusseite hin ins Unendliche reichen soll. Alle anderen Bins werden in diesem Fall von gleicher Länge sein. Unter gewissen Umständen kann dadurch die Anpassung für Datensätze mit unbekannter unterer Begrenzung verbessert werden.

3) Letztes Bin von Maximum auf +Unendlichkeit erweitern **–** gibt an, dass das letzte benutzte Bin vom angegebenen Maximalwert aus zur Plusseite hin ins Unendliche reichen soll. Alle anderen Bins werden in diesem Fall von gleicher Länge sein. Unter gewissen Umständen kann dadurch die Anpassung für Datensätze mit unbekannter oberer Begrenzung verbessert werden.

- **Benutzerdefinierte Bins** – Mitunter ist es wünschenswert, volle Kontrolle über die für den Chi-Quadrat-Test verwendeten Bins zu haben. Benutzerdefinierte Bins sind beispielsweise recht praktisch, wenn es sich um eine natürliche Gruppierung von erfassten Werteprobendaten handelt und die Chi-Quadrat-Bins dieser Gruppierung entsprechen sollen. Durch Eingabe von benutzerdefinierten Bins sind Sie in der Lage, für jedes definierte Bin den Bereich durch einen Minimal- und Maximalwert zu begrenzen.



So geben Sie benutzerdefinierte Bins ein:

1) Wählen Sie unter **Bin-Anordnung** die Option **Benutzerdefiniert**.

2) Geben Sie einen Bin-Begrenzungswert für die einzelnen Bins ein. Beim Eingeben der nachfolgenden Werte wird dann für jedes Bin der Bereich automatisch ausgefüllt.

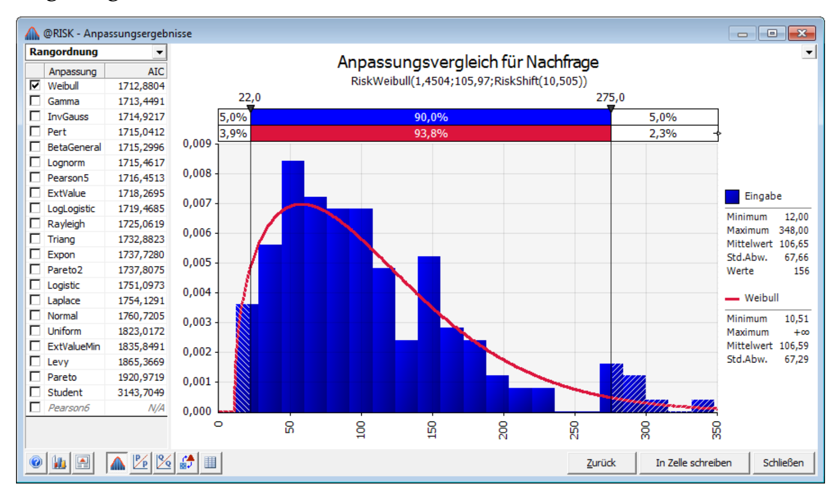
Bin-Anzahl

Durch die Optionen unter **Bin-Anzahl** wird die genaue Anzahl der Bins angegeben oder festgelegt, dass die Anzahl automatisch berechnet werden soll.

Anpassungsergebnisfenster

Zeigt eine Liste der angepassten Verteilungen an, und zwar zusammen mit den Diagrammen und Statistiken, die die einzelnen Anpassungen beschreiben

Im Anpassungsergebnisfenster werden die aufgelisteten angepassten Verteilungen sowie Diagramme angezeigt, aus denen hervorgeht, wie gut die ausgewählte Verteilung zu den Daten passt. Auch werden in diesem Fenster Statistiken über die angepasste Verteilung und die Eingabedaten sowie über die betreffenden Anpassungsgütetests angezeigt.



Hinweis: Es sind keine Informationen über den Anpassungsgütetest vorhanden, wenn es sich beim Eingabedatentyp um Dichte- oder Summenpunkte handelt. Auch sind für diese Datentypen nur Vergleichs- und Unterschieddiagramme verfügbar.

Anpassungs-rangordnung

In der Liste **Anpassungsrangordnung** werden alle Verteilungen angezeigt, für die gültige Anpassungsergebnisse generiert wurden. Diese Verteilungen sind nach dem Anpassungsgütetest angeordnet, der über den oben in der Anpassungsrangordnungstabelle befindlichen **Anpassungsanordnungs-Selektor** ausgewählt wurde. Bei der Anpassung werden nur Verteilungstypen getestet, die im Dialogfeld **Verteilungen den Daten anpassen** über die Registerkarte **Verteilungen** ausgewählt wurden.

Durch eine Anpassungsgütestatistik kann quantitative gemessen werden, wie genau die Verteilung der anzupassenden Daten der angepassten Verteilung entspricht. In der Regel weist eine geringere Statistik auf eine bessere Anpassung hin. Auch kann die Anpassungsgütestatistik dazu verwendet werden, die Werte mit der Anpassungsgüte anderer Verteilungsfunktionen zu vergleichen. Anpassungsgüteinformationen sind nur dann verfügbar, wenn als Eingabedatentyp **Erhobene Werte** ausgewählt ist.

Wenn Sie eine in der Liste **Anpassungsrangordnung** aufgeführte Verteilung ankreuzen, werden die Anpassungsergebnisse für die betreffende Verteilung angezeigt, und zwar einschließlich der zugehörigen Diagramme und Statistiken.

Durch den **Anpassungsanordnungs-Selektor** wird der Anpassungsgütetest angegeben, der zum Anordnen der Verteilungen zu verwenden ist. Mithilfe eines Anpassungsgütetests kann gemessen werden, wie genau die Werteprobendaten einer hypothetisch ausgedrückten Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion entsprechen. Folgende fünf Tests sind verfügbar:

- **Akaike-Informationskriterium (AIC), Bayes'sches Informationskriterium (BIC)** Die AIC- und die BIC-Statistik werden mithilfe einer Log-Wahrscheinlichkeitsfunktion berechnet und dabei wird die Anzahl der freien Parameter der angepassten Verteilung mit berücksichtigt. Um die Wichtigkeit dieser Berücksichtigung zu verstehen, sollte man sich den hypothetischen Fall einer Normalverteilung und einer allgemeinen Beta-Verteilung vor Augen führen, die beide sehr gut einem bestimmten Datensatz angepasst werden könnten. Sofern kein anderer Unterschied besteht, ist die Normalverteilung in diesem Fall vorzuziehen, da sie nur zwei anpassbare Parameter aufweist, während die allgemeine Beta-Verteilung mit vier anpassbaren Parametern versehen ist. Wir empfehlen Ihnen, die AIC- oder BIC-Statistik zur Auswahl eines Anpassungsergebnisses zu verwenden, sofern nichts anderes dagegenspricht.

- **Chi-Quadrat** oder Chi-Quadrat-Test. – Dies ist der bekannteste Anpassungsgütetest. Er kann bei Werteproben-Eingabedaten und jeder Form von Verteilungsfunktion (diskontinuierlich oder kontinuierlich) verwendet werden. Der Chi-Quadrat-Test hat den Nachteil, dass es keine klaren Richtlinien für das Auswählen von Intervallen oder Bins gibt. In einigen Situationen ist es möglich, zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen zu kommen, je nachdem, wie die Bins angegeben wurden. Die für den Chi-Quadrat-Test verwendeten Bins können über die Registerkarte **Chi-Quadrat-Binning definieren** im Dialogfeld **Verteilungen den Daten anpassen** definiert werden.

- **K-S**, oder Kolmogorov-Smirnov-Test – Dieser Test ist nicht von der Anzahl der Bins abhängig und ist daher leistungsfähiger als der Chi-Quadrat-Test. Der K-S-Test kann zwar bei Probeneingaben, aber nicht bei diskontinuierlichen Funktionen eingesetzt werden. Auch können durch diesen Test nicht so gut die unteren Randdiskrepanzen erkannt werden.

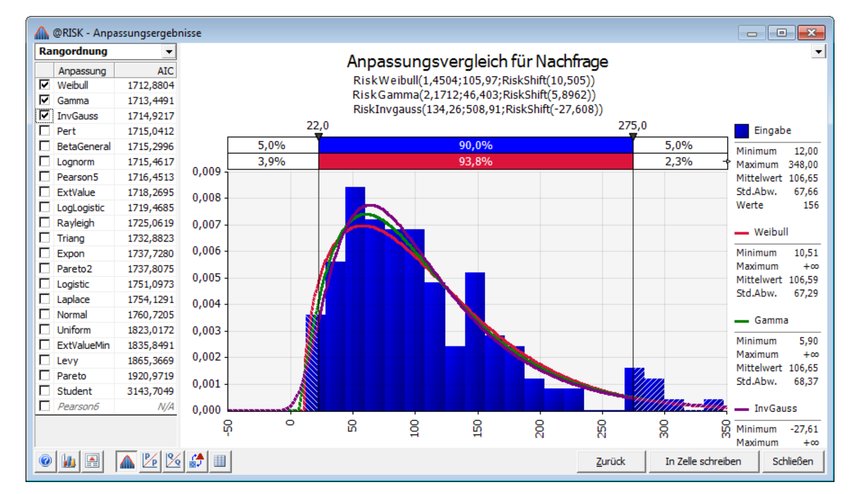
- **A-D**, oder Anderson-Darling-Test – Dieser Test ist ähnlich dem Kolmogorov-Smirnov-Test, aber konzentriert sich mehr auf die Randwerte. Der A-D-Test ist nicht von der Anzahl der Intervalle abhängig.

- **RMS-Fehler** oder mittlerer quadratischer Fehler **–** Wenn es sich beim Eingabedatentyp um eine **Dichte**- oder **Summenkurve** handelt (wie über die Registerkarte **Daten** im Dialogfeld **Verteilungen den Daten anpassen** eingestellt), kann nur der RMS-Fehler-Test zum Anpassen der Verteilungen verwendet werden.

Weitere Informationen über den RMS-Fehler-Test finden Sie in **Anhang A: Verteilungsanpassung**.

Anzeige von Anpassungsergebnissen für mehrere Verteilungen

Um die Anpassungsergebnisse für verschiedene Verteilungen in der Liste **Angepasste Verteilungen** gleichzeitig anzuzeigen, brauchen Sie nur die entsprechenden Verteilungen in der Liste **Anpassungsrangordnung** ankreuzen.



Anpassungsergebnisse – Diagramme

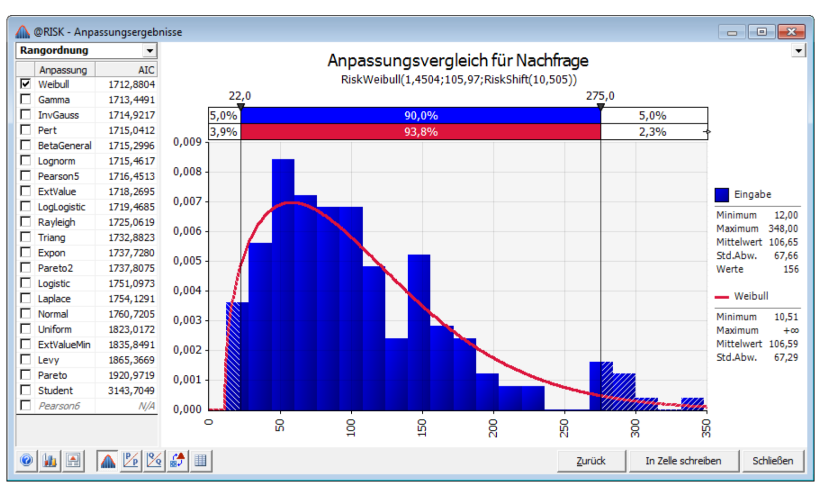
Wenn es sich beim Eingabedatentyp um Werteproben handelt, stehen drei Diagramme (Vergleich, P-P (Wahrscheinlichkeit-Wahrscheinlichkeit) und Q-Q (Quantil-Quantil)) für alle Anpassungen zur Verfügung, die durch Anklicken in der Liste **Angepasste Verteilungen** ausgewählt werden können. Wenn der Eingabedatentyp jedoch **Dichtekurve** oder **Summenkurve** ist, kann nur ein **Vergleichs**- oder **Unterschiedsdiagramm** verwendet werden.

Bei allen Diagrammtypen können **Gleitbegrenzer** dazu verwendet werden, bestimmte x-p-Werte im Diagramm grafisch einzustellen.

Vergleichsdiagramm

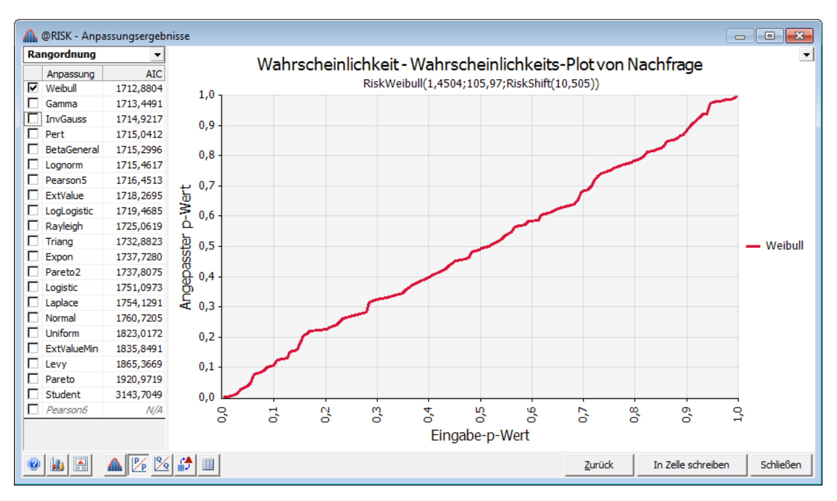
Ein Vergleichsdiagramm ist durch zwei Kurven zu erkennen, durch welche die Eingabeverteilung mit der durch die **Beste Anpassung-Analyse** erstellten Verteilung verglichen wird.

Im Vergleichsdiagramm sind zwei Gleitbegrenzer verfügbar. Durch diese Begrenzer können der linke und der rechte x- und p-Wert eingestellt werden. Die durch diese Begrenzer zurückgegebenen Werte werden in der Wahrscheinlichkeitsleiste oben im Diagramm angezeigt.



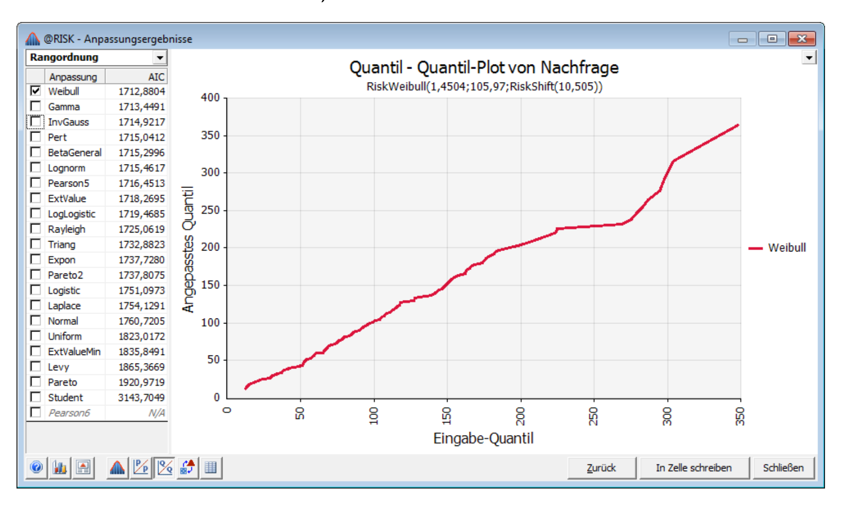
P-P-Diagramm

Über das P-P (Wahrscheinlichkeits-Wahrscheinlichkeits)-Diagramm kann der *p*-Wert einer angepassten Verteilung mit dem *p*-Wert des angepassten Ergebnisses grafisch verglichen werden. Eine gute Anpassung zeichnet sich dadurch aus, dass die Koordinaten fast linear verlaufen.



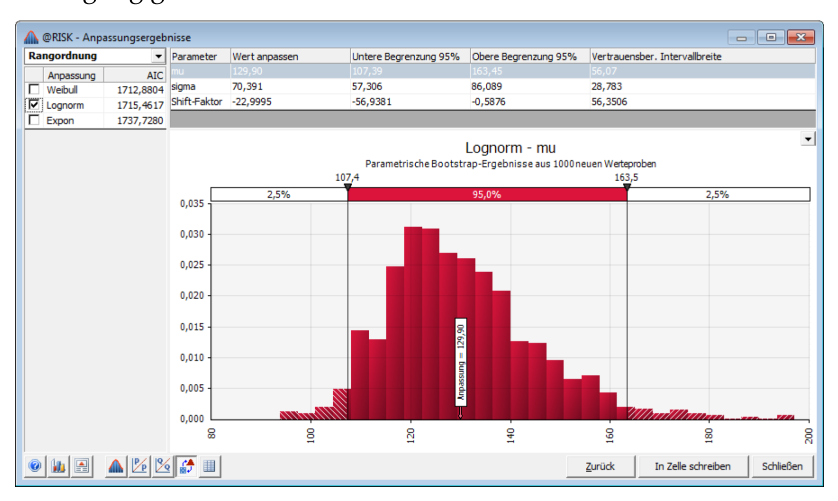
Q-Q-Diagramm

Mithilfe des Q-Q (Quantil-Quantil)-Diagramms können die Plot-Perzentilwerte der angepassten Verteilung mit den Perzentilwerten der Eingabedaten grafisch verglichen werden. Eine gute Anpassung zeichnet sich dadurch aus, dass die Koordinaten fast linear verlaufen.



Bootstrap-Analyse

Durch eine Bootstrap-Analyse werden Verteilungen und Statistiken für angepasste Parameter und die Anpassungsgütestatistik zur Verfügung gestellt.

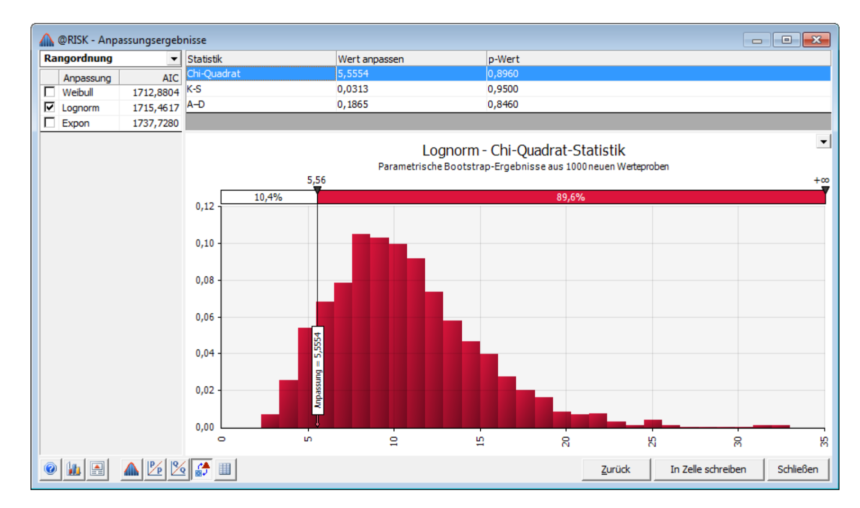


Angepasste Parameter

Durch Ausführung einer Bootstrap-Analyse wird eine Verteilung für die Werte der einzelnen Parameter in der angepassten Verteilung erstellt. Bei einem Bootstrap-Programm werden Werteproben aus einer angepassten Verteilung erhoben und diese Werte dann neu angepasst. Im Bootstrap wird durch jede Anpassung ein neuer Wert für die einzelnen angepassten Parameter des Verteilungstyps generiert. Beim Weibull-Verteilungstyp wird z. B. eine Verteilung für den Parameter *alpha* und den Parameter *beta* erstellt. Eine Verteilung dieser Werte wird dann zusammen mit den Werten für den ausgewählten Vertrauensbereich angezeigt. Der Vertrauensbereich ermöglicht es dann, z. B. Anweisungen wie *„Sie sind 95 % sicher, dass der Parameter alpha im Bereich von 1,48 bis 1,91 liegt, und zwar mit einem angepassten Wert von 1,67"* zu geben.

GdA (Anpassungsgüte)-Statistik

Bei Ausführung einer Bootstrap-Analyse wird eine Verteilung für die Anpassungsgütestatistik des Chi-Quadrat-, Kolmogorov-Smirnov- und Anderson-Darling-Tests erstellt. Durch jede Anpassung im Bootstrap wird ein neuer Wert für die Anpassungsgütestatistik generiert und anschließend eine Verteilung dieser Werte zusammen mit dem **P**-Wert angezeigt. Der P-Wert, der im Diagramm durch den Begrenzer zu erkennen ist, liegt zwischen 0 – 1, und je näher an 1, desto besser die Anpassung. (Umgekehrt weist bei der Anpassungsgütestatistik ein Wert nahe 0 auf eine bessere Anpassung hin.)

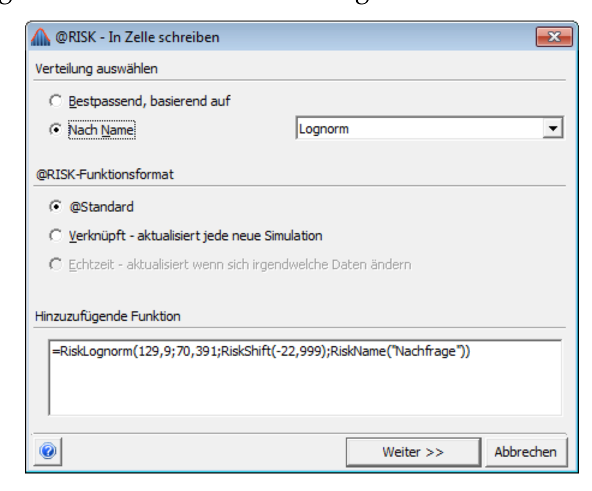


Weitere Informationen über das Bootstrap-Programm und die Verteilungsanpassung finden Sie in **Anhang A: Verteilungsanpassung**.

Befehl „In Zelle schreiben“ – Anpassungsergebnisfenster

Schreibt ein Anpassungsergebnis in eine Zelle, und zwar in Form einer @RISK-Verteilungsfunktion

Mithilfe der Schaltfläche **In Zelle schreiben** im Anpassungsergebnisfenster kann ein Anpassungsergebnis als @RISK-Verteilungsfunktion in eine Excel-Zelle geschrieben werden.



Im Dialogfeld **In Zelle schreiben** sind folgende Optionen verfügbar:

- **Verteilung auswählen** – Bei der an Excel zu schreibenden Verteilungsfunktion kann es sich entweder um **Bestpassend basierend auf** (d. h. die am besten passende Verteilung auf Basis des ausgewählten Tests) oder um **Nach Name** (d. h. die speziell angepasste Verteilung in der Liste) handeln.

- **@RISK-Funktionsformat** – Die an Excel zu schreibende Verteilungsfunktion kann automatisch aktualisiert werden, und zwar entweder wenn die Eingabedaten im bezogenen Excel-Datenbereich sich ändern und eine neue Simulation ausgeführt wird oder aber, wenn sich die Eingabedaten ändern. Bei Auswahl von **Verknüpft – aktualisiert jede neue Simulation** wird eine neue Anpassung ausgeführt, sobald @RISK mit einer neuen Simulation beginnt und dabei eine Datenänderung erkennt. Die Verknüpfung wird durch eine *RiskFit*-Eigenschaftsfunktion hergestellt, wie z. B. durch

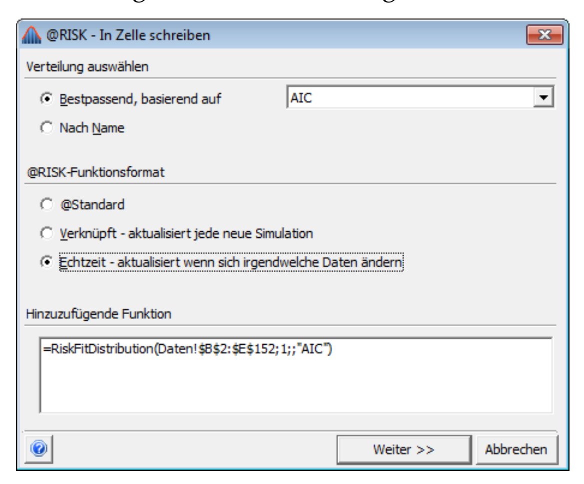
  RiskNormal(2,5; 1; RiskFit("Preisdaten"; "Best A-D"))

Hierdurch wird angegeben, dass die Verteilung mit der bestpassenden Verteilung aus dem Anderson-Darling-Test verknüpft ist, und zwar im Zusammenhang mit Daten, die zu einer Anpassung namens „Preisdaten" gehören. Diese Verteilung ist derzeit eine Normalverteilung mit einem Mittelwert von 2,5 und einer Standardabweichung von 1.

Die Eigenschaftsfunktion ***RiskFit*** wird automatisch der in Excel geschriebenen Funktion hinzugefügt, sofern die Option **Verknüpft – aktualisiert jede neue Simulation** aktiviert ist. Sollte in der Verteilungsfunktion für das Anpassungsergebnis keine *RiskFit*-Funktion verwendet werden, wird die Verknüpfung zwischen Verteilung und den für die Verteilungsauswahl verwendeten Daten einfach aufgehoben. Falls sich in diesem Fall die Daten zu einem späteren Zeitpunkt ändern, bleibt die Verteilung dann unverändert und wird nicht aktualisiert.

Über die Option **Echtzeit – aktualisiert wenn sich irgendwelche Daten ändern** wird in Excel die Funktion **RiskFitDistribution** geschrieben. Mithilfe dieser Funktion wird die angepasste Verteilung automatisch aktualisiert, sobald sich in Excel die angepassten Daten ändern. Durch diese Fähigkeit können angepasste Verteilungen automatisch aktualisiert werden, falls neue Daten empfangen werden oder sich die Daten während einer Simulation ändern.

Mittels RiskFitDistribution werden Daten interaktiv angepasst und während der Simulation die Werteproben aus der bestpassenden Verteilung zurückgegeben. Diese Funktion funktioniert genauso wie eine @RISK-Verteilungsfunktion für die in eine Zelle eingegebene beste Anpassung. RiskFitDistribution kann korreliert oder benannt werden sowie auch Eigenschaftsfunktionen enthalten, genauso wie das bei standardmäßigen @RISK-Verteilungsfunktionen möglich ist.

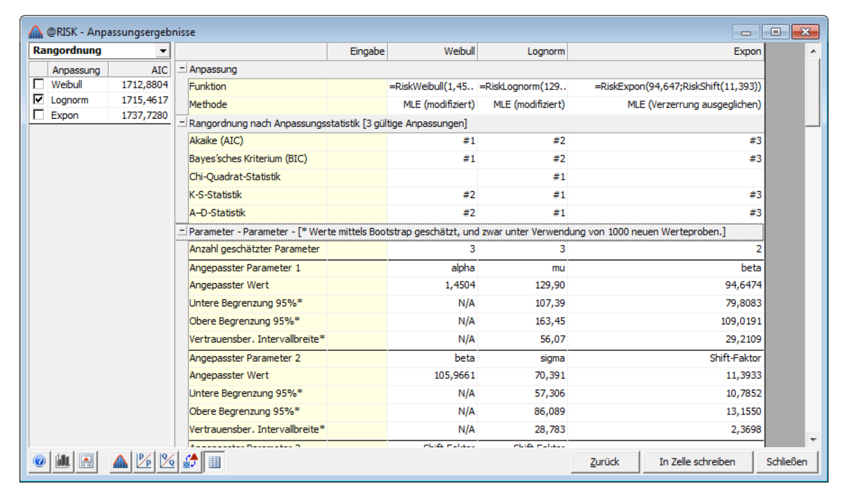


- **Hinzuzufügende Funktion** – zeigt die aktuelle @RISK-Verteilungsfunktion an, die bei Klicken auf die Schaltfläche **Schreiben** dem Excel-Programm hinzugefügt wird.

Anpassungs-Übersichtsfenster

Zeigt eine Übersicht aller berechneten Statistiken und Testergebnisse für sämtliche angepassten Verteilungen an

In diesem Fenster kann eine Übersicht der berechneten Statistiken und Testergebnisse für alle Verteilungsanpassungen angezeigt werden, die sich auf den aktuellen Datensatz beziehen.



Im Anpassungsübersichtsfenster sind folgende Einträge zu sehen:

- **Funktion** – Verteilung und Argumente für die angepasste Verteilung. Wenn eine Anpassung als Eingabe in ein @RISK-Modell verwendet wird, entspricht diese Formel der Verteilungsfunktion, die in der Kalkulationstabelle platziert wird.

- **Parameterstatistik (nur in Bootstrap). Aus diesen Einträgen gehen die Vertrauensbereiche für die angepassten Parameter der einzelnen Anpassungen hervor.**

- **Verteilungsstatistiken (Minimum, Maximum, Mittelwert usw.)** – Über diese Einträge können die Statistiken angezeigt werden, die sowohl für alle angepassten Verteilungen als auch für die Verteilung der Eingabedaten berechnet wurden.

- **Perzentile** – geben zu erkennen, wie wahrscheinlich es ist, dass ein bestimmtes Resultat oder der einem gewissen Wahrscheinlichkeitsniveau zugeordnete Wert erreicht wird.

- **AIC**- und **BIC**-Informationskriterienwerte

Bei Chi-Quadrat-, Anderson-Darling- und Kolmogorov-Smirnov-Tests wird im Anpassungsübersichtsfenster auch Folgendes angezeigt:

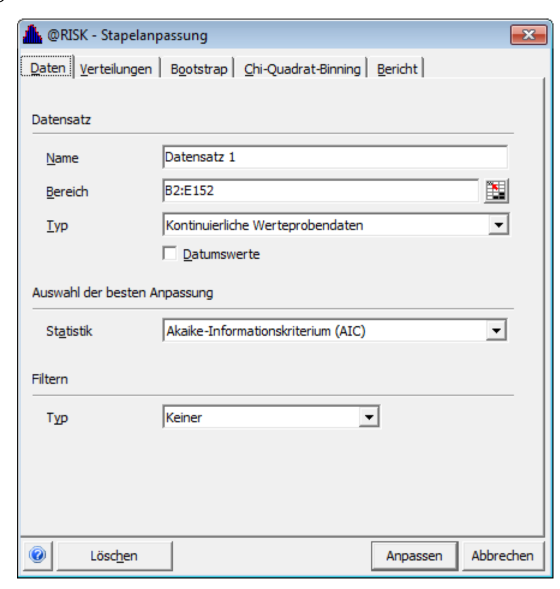
- **Testwert** – die Teststatistik für die angepasste Wahrscheinlichkeitsverteilung, und zwar für jeden der drei verfügbaren Tests
- **P-Wert** – das beobachtete Signifikanzniveau der Anpassung Weitere Informationen über P-Werte finden Sie im **Anhang A: Verteilungsanpassung**
- **Rang** – der Rang der angepassten Verteilung unter allen Verteilungsanpassungen (für alle drei Tests). Je nach Test kann der zurückgegebene Rang unterschiedlich sein.
- **Cr. Wert (nur in Bootstrap)** Für Chi-Quadrat-, Kolmogorov-Smirnov- und Anderson-Darling-Tests werden die kritischen Werte auf unterschiedlichem Signifikanzniveau berechnet.
- **Bin-Statistik** – Statistik für die einzelnen Bins, und zwar sowohl für die Eingabe als auch für die angepasste Verteilung (nur beim Chi-Quadrat-Test). Durch diese Einträge wird der Minimal- und Maximalwert für die einzelnen Bins zurückgegeben, und zwar jeweils zusammen mit dem Wahrscheinlichkeitswert für Eingabe und angepasste Verteilung. Die Größe der Bins kann über die Registerkarte **Chi-Quadrat-Binning** im Dialogfeld **Verteilungen den Daten anpassen** eingestellt werden.

Befehl Stapelanpassung

Gleichzeitige Anpassung einer ganzen Gruppe von Datensätzen und Erstellung von Anpassungsergebnisberichten

Mithilfe des Befehls **Stapelanpassung** können mehrere Datensätze gleichzeitig angepasst und in Excel Berichte über Anpassungsergebnisse erstellt werden. Der Bericht enthält eine Formel nebst @RISK-Verteilungsfunktion für die beste Anpassung der einzelnen Datensätze.

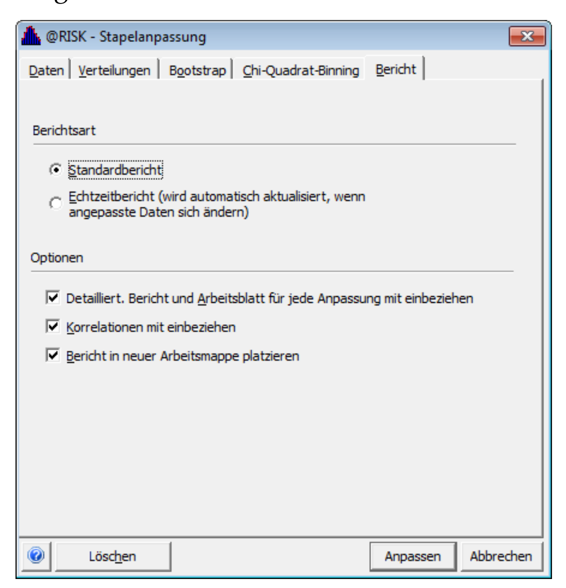
Mittels **Stapelanpassung** kann auch eine Korrelations-Matrix erstellt werden, durch die die Korrelationen unter den einzelnen angepassten Datensätzen zu erkennen sind. Bei Erstellung von Korrelationen werden auch die entsprechenden RiskCorrmat-Einträge zum Korrelieren der Werteproben der angepassten Verteilungen mit hinzugefügt.



Das Dialogfeld **Stapelanpassung** ist ähnlich dem Dialogfeld **Verteilungen den Daten anpassen**, da es Ihnen ermöglicht, die Parameter zum Anpassen der einzelnen Datensätze auszuwählen. Durch die zusätzliche Option **Auswahl der besten Einstellung** wird die Statistik (AIC, BIC, Chi-Quadrat, A-D oder K-S) angegeben, mit der die bestpassende Verteilung in den Excel-Berichten ausgewählt werden kann.

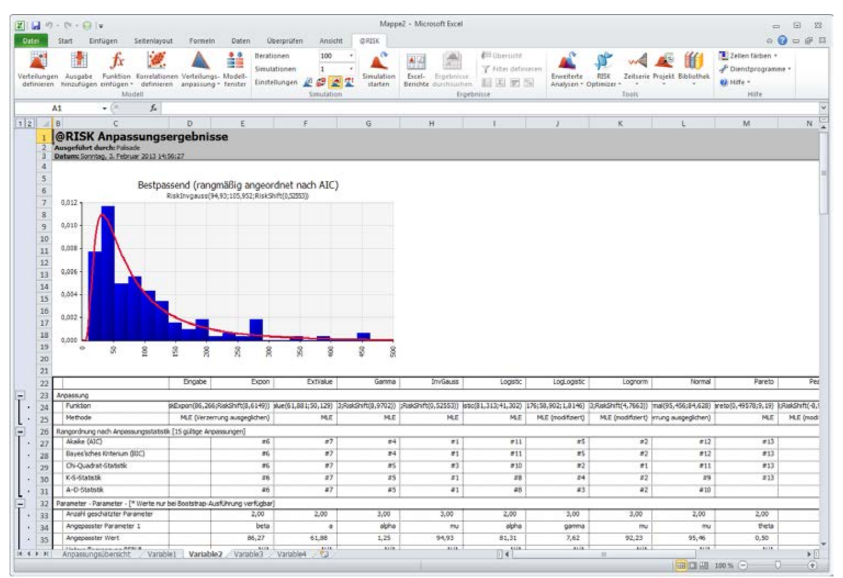
Stapelanpassung – Registerkarte „Berichte“

Über die Registerkarte **Berichte** im Dialogfeld **Stapelanpassung** werden Typ und Erstellungsort der Berichte angegeben, die für die Stapelanpassung erstellt werden sollen.



Stapelanpassung – Standardbericht

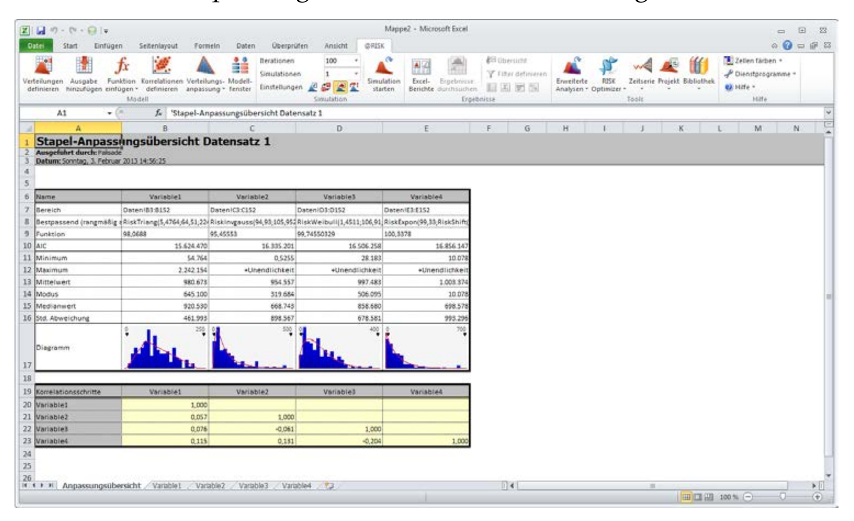
Es können zwei Berichtsarten erstellt werden – ein **Standardbericht** und ein **Echtzeitbericht**. Der Standardbericht enthält ein Arbeitsblatt für jeden angepassten Datensatz nebst @RISK-Verteilungsfunktion für beste Anpassung der einzelnen Datensätze und Statistiken über Anpassungsergebnisse. Der Standardbericht wird bei Änderung der angepassten Daten nicht aktualisiert. Mit anderen Worten, Sie müssen in diesem Fall die Stapelanpassung erneut ausführen.



Stapelanpassung – Echtzeitbericht

Der Echtzeitbericht ist mit nur einem Arbeitsblatt, aber mit der @RISK-Funktion **RiskFitDistribution** für jeden angepassten Datensatz ausgestattet. Außerdem werden die @RISK-Anpassungsstatistikfunktionen dazu verwendet, Informationen über die einzelnen Anpassungen an den Bericht zurückzugeben.

Funktion „RiskFitDistribution“



Mithilfe der @RISK-Funktion **RiskFitDistribution** werden Daten interaktiv angepasst und während der Simulation dann die Werteproben aus der bestpassenden Verteilung zurückgegeben. Diese Funktion funktioniert genauso wie die @RISK-Verteilungsfunktion für die in eine Zelle eingegebene beste Anpassung. **RiskFitDistribution** kann korreliert oder benannt werden sowie auch Eigenschaftsfunktionen enthalten, genauso wie das bei standardmäßigen @RISK-Verteilungsfunktionen der Fall ist.

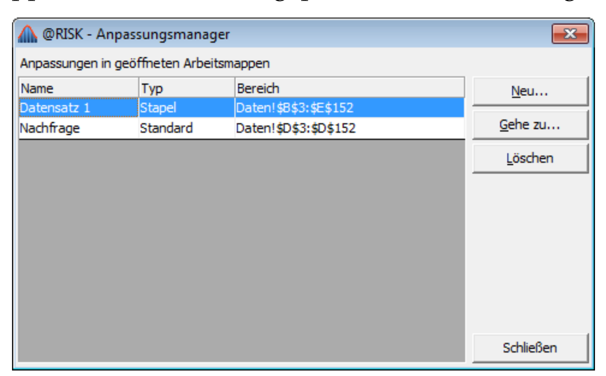
@RISK-Anpassungsstatistikfunktionen geben Informationen über die Ergebnisse einer Anpassung durch **RiskFitDistribution** zurück. **RiskFitDescription** gibt beispielsweise den Namen und die Argumente für die bestpassende Verteilung zurück und **RiskFitStatistic** nennt eine bestimmte Statistik für die Anpassung.

Mithilfe von **RiskFitDistribution** wird die angepasste Verteilung automatisch aktualisiert, sobald sich in Excel die angepassten Daten ändern. Korrelationen werden ebenfalls aktualisiert. Durch diese Fähigkeit können angepasste Verteilungen automatisch aktualisiert werden, falls neue Daten empfangen werden oder sich die Daten während einer Simulation ändern.

Befehl „Anpassungsmanager“

Zeigt eine Liste der angepassten Datensätze in der aktuellen Arbeitsmappe zum Bearbeiten und Löschen an

Über den Befehl **Anpassungsmanager** aus dem Modell-Menü (der auch durch Klicken auf das Symbol für **Verteilungen den Daten anpassen** aufgerufen werden kann) wird in geöffneten Arbeitsmappen eine Liste der angepassten Datensätze angezeigt.



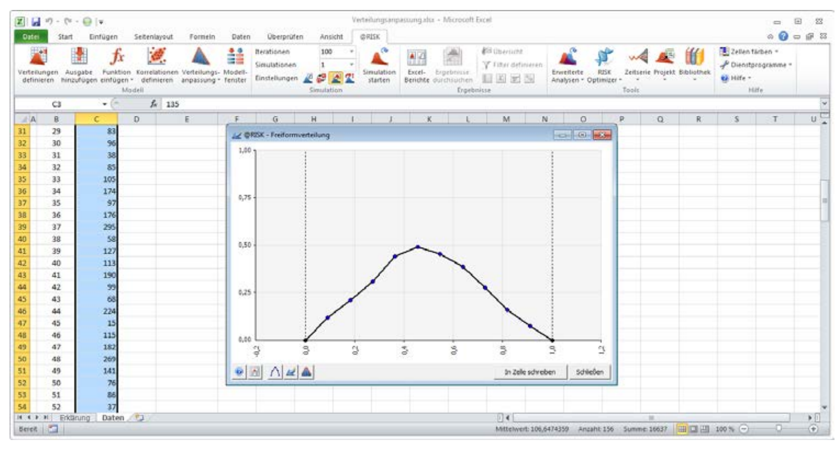
Die angepassten Datensätze werden zusammen mit den entsprechenden Einstellungen beim Speichern der Arbeitsmappe ebenfalls gespeichert. Durch Auswahl des Befehls **Anpassungsmanager** können Sie von einem angepassten Datensatz zum anderen navigieren und die nicht mehr benötigten Datensätze löschen.

Befehl „Freiformverteilung“

Über diesen Befehl wird das Fenster „Freiformverteilung“ angezeigt, in dem eine Wahrscheinlichkeitsverteilungskurve gezeichnet werden kann.

Der Modellbefehl **Freiformverteilung** wird dazu verwendet, Freiformkurven zum Erstellen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu zeichnen. Auf diese Weise können Wahrscheinlichkeiten grafisch ausgewertet und dann für das Diagramm entsprechende Wahrscheinlichkeitsverteilungen erstellt werden. Verteilungen können als allgemeine **Wahrscheinlichkeitsdichtekurven, Histogramme, Summenkurven** oder **diskontinuierliche Verteilungen** gezeichnet werden.

Sobald das Freiform-Fenster mithilfe des Befehls **Freiformverteilung** angezeigt wurde, kann eine Kurve gezeichnet werden, indem Sie den Mauszeiger entsprechend durch das Fenster ziehen.

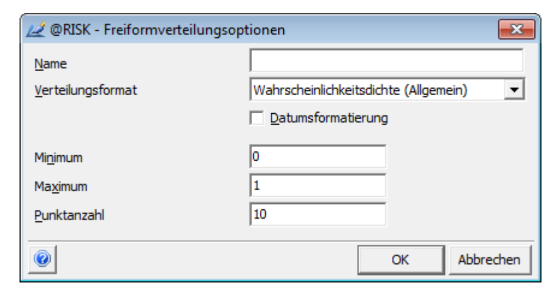


Im Fenster **Freiformverteilung** kann die Kurve einer Wahrscheinlichkeitsverteilung angepasst werden, indem Sie auf das Symbol für **Verteilung den Daten anpassen** klicken. Dadurch werden die durch die Kurve dargestellten Daten der Wahrscheinlichkeitsverteilung angepasst. Eine im Fenster **Freiformverteilung** befindliche Kurve kann auch in Excel **als eine *RiskGeneral-*, *RiskHistogrm-*, *RiskCumul-*, *RiskCumulD-* oder *RiskDistrete*-Verteilung in eine Zelle geschrieben werden**, wobei die entsprechenden Punkte der Kurve dann als Verteilungsargumente eingegeben werden.

Wenn Sie den Befehl **Freiformverteilung** wählen und die aktive Zelle in Excel eine Verteilungsfunktion enthält, wird im Fenster **Freiformverteilung** ein Wahrscheinlichkeitsdichtediagramm dieser Funktion angezeigt, und zwar mit anpassbaren Punkten. Sie können diese Fähigkeit auch dazu verwenden, sich vorhergehend gezeichnete Kurven anzusehen, die in Excel als eine @RISK-Verteilung in eine Zelle geschrieben wurden.

Freiformverteilungs optionen

Skalierung und Typ des im Fenster **Freiformverteilung** gezeichneten Diagramms werden über das Dialogfeld **Freiformverteilungsoptionen** eingestellt. Sie können dieses Dialogfeld anzeigen, indem Sie auf das Symbol für **Neue Kurve zeichnen** (unten links im Fenster) klicken oder mit der rechten Maustaste auf das Diagramm klicken und dann aus dem Kontextmenü den Befehl **Neue Kurve zeichnen** wählen.



Folgende Freiformverteilungsoptionen sind verfügbar:

- **Name** – kennzeichnet den Standardnamen, der durch @RISK der ausgewählten Zelle gegeben wurde, oder den Namen der Verteilung, die zum Erstellen der angezeigten Kurve verwendet wurde (siehe betreffende Eigenschaftsfunktion ***RiskName***).

- **Verteilungsformat** – kennzeichnet den Typ der zu erstellenden Kurve, wobei **Wahrscheinlichkeitsdichte (allgemein)** eine Wahrscheinlichkeitsdichtekurve mit x-y-Punkten, **Wahrscheinlichkeitsdichte (Histogramm)** eine Dichtekurve mit Histogrammbalken, **Kumulativ aufst.** eine aufsteigende Summenkurve, **Kumulativ abst.** eine absteigende Summenkurve und **Diskontinuierliche Wahrscheinlichkeit** eine Kurve mit diskontinuierlichen Wahrscheinlichkeiten darstellt.

- **Datumsformatierung** – weist darauf hin, dass Datumswerte für die x-Achse verwendet werden.

- **Minimum** und **Maximum –** kennzeichnet die Skalierung für die x-Achse des gezeichneten Diagramms.

- **Punkt- oder Balkenanzahl** – legt die Anzahl der Punkte oder Balken fest, die beim Ziehen der Kurve zwischen dem Min.- und Max.-Bereich gezeichnet werden sollen. An den verschiedenen Kurvenpunkten kann gezogen und die Balken im Histogramm können auch nach oben oder unten verschoben werden, um die Form der Kurve zu verändern.

Bei einer aufsteigenden Summenverteilung (wie unter **Verteilungsformat** angegeben) können Sie nur eine Kurve mit aufsteigenden y-Werten (und umgekehrt bei einer absteigenden Summenverteilung nur eine Kurve mit absteigenden y-Werten) zeichnen.

Sobald Sie die Kurve fertig gestellt haben, werden die Endpunkte automatisch geplottet.

Beim Zeichnen von Kurven mittels **Freiformverteilung** sollte Folgendes beachtet werden:

Nach dem Zeichnen der Kurve möchten Sie vielleicht einen der Punkte an eine andere Position ziehen. Sie brauchen zu diesem Zweck nur auf den Punkt zu klicken und diesen dann bei gedrückt gehaltener Maustaste an die neue Position ziehen. Wenn Sie dann die Maustaste wieder loslassen, wird die Kurve automatisch neu gezeichnet, und zwar unter Einbeziehung des neuen Datenpunktes.

- Sie können die Datenpunkte entlang der x- oder y-Achse verschieben (allerdings nicht im Histogramm).
- Auch ist es möglich, die Endpunkte zu „erfassen“ und über die Achsen hinaus zu ziehen.
- Ferner kann eine gestrichelte vertikale Endlinie verschoben werden, um die gesamte Kurve neu zu positionieren.

Wenn Sie mit der rechten Maustaste auf die Kurve klicken, können Sie außerdem nötigenfalls neue Punkte oder Balken hinzufügen.

Symbole im Fenster „Freiformverteilung“

Das Fenster **Freiformverteilung** enthält folgende Symbole:

- **Kopieren –** Über die Kopierbefehle können die ausgewählten Daten oder Diagramme aus dem Fenster **Freiformverteilung** in die Zwischenablage kopiert werden. **Daten kopieren** – kopiert nur die x- und y-Datenpunkte für die Markierungen. **Diagramm kopieren** – platziert eine Kopie des gezeichneten Diagramms in der Zwischenablage.
- **Verteilungsformat –** zeigt die aktuelle Kurve in einem der anderen verfügbaren Verteilungsformate an.
- **Neue Kurve zeichnen –** Durch Klicken auf dieses Symbol (drittes von links ganz unten im Fenster) wird die aktive Kurve im Fenster gelöscht und eine neue Kurve gezeichnet.
- **Verteilungen den Daten anpassen –** Durch diesen Befehl wird die Wahrscheinlichkeitsverteilung der gezeichneten Kurve angepasst. Das bedeutet, dass die mit der Kurve verbundenen x- und y-Werte entsprechend angepasst werden. Die Anpassungsergebnisse werden dann im standardmäßigen Fenster **Anpassungsergebnisse** angezeigt, wo die einzelnen angepassten Verteilungen noch einmal überprüft werden können. Alle Optionen, die zur Anpassung von Verteilungen an Daten im Excel-Arbeitsblatt zur Verfügung stehen, können auch zum Anpassen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen an eine im Fenster **Freiformverteilung** gezeichnete Kurve verwendet werden. Weitere Informationen über diese Optionen finden Sie in **Anhang A: Verteilungsanpassung** in diesem Handbuch.

Eingeben der Funktion „Freiformverteilung“ in Excel

Durch Klicken auf OK können Sie aus einer gezeichneten Kurve die Verteilungsfunktion RiskGeneral, RiskHistogrm, RiskCumul, RiskCumulD oder RiskDiscrete erstellen und in der ausgewählten Zelle ablegen. Bei solcher Allgemeinverteilung handelt es sich um eine benutzerdefinierte @RISK-Verteilung mit einem *Minimalwert*, einem *Maximalwert* und einem Satz von *x,p*-Datenpunkten, um die Verteilung zu definieren. Diese Datenpunkte bestehen aus den x- und y-Werten für die Markierungen auf der gezeichneten Kurve. Bei einer Histogramm-Verteilung handelt es sich um eine benutzerdefinierte @RISK-Verteilung mit einem Minimalwert, einem Maximalwert und einem Satz von *p*-Datenpunkten, um die Wahrscheinlichkeiten für das Histogramm zu definieren. Eine diskontinuierliche Verteilung ist eine benutzerdefinierte @RISK-Verteilung mit einem Satz von *x,p*-Datenpunkten. Es können jedoch nur die angegebenen x-Werte auftreten.

Das Modellfenster

Befehl „Modellfenster anzeigen“

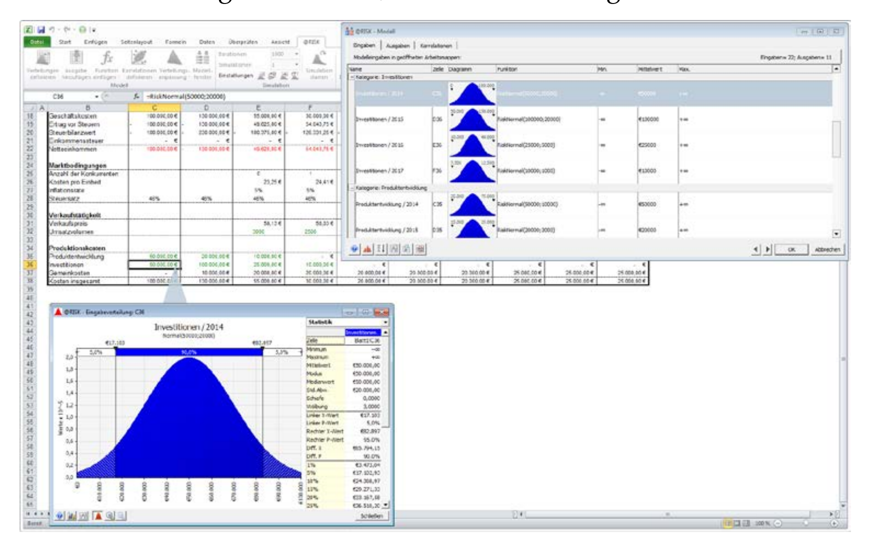
Über diesen Befehl können im Fenster „@RISK – Modell“ alle Eingabeverteilungen und Ausgabezellen angezeigt werden.

Bei Verwendung des Befehls **Modellfenster anzeigen** wird das Fenster **@RISK – Modell** angezeigt. Dieses Fenster enthält eine vollständige Tabelle aller im Modell beschriebenen Eingabewahrscheinlichkeits-Verteilungen und Simulationsausgaben. In diesem Fenster, das Excel überlagert eingeblendet wird, können Sie:

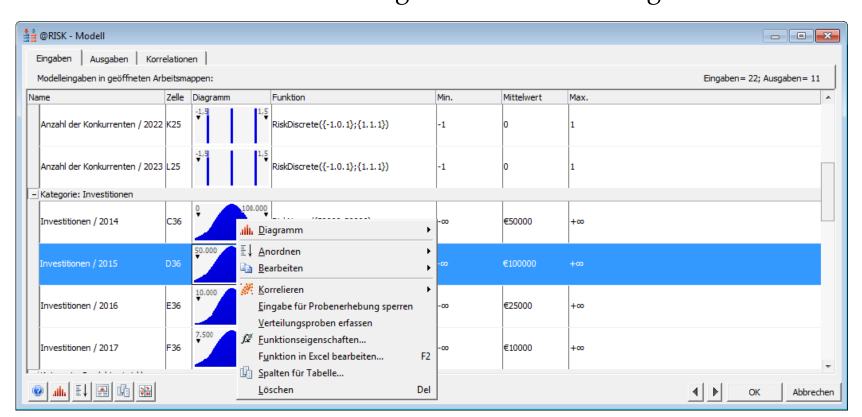
- Eingabeverteilungen oder Ausgaben direkt in der Tabelle bearbeiten
- Mini-Diagramme ziehen und ablegen, um daraus Fenster in natürlicher Größe zu erstellen
- Mini-Diagramme aller definierten Eingaben mühelos anzeigen
- auf jeden beliebigen Tabelleneintrag doppelklicken, um dadurch in Ihrer Eingabeverteilungen enthaltenden Arbeitsmappe mithilfe des Diagrammnavigators durch die verschiedenen Zellen navigieren zu können
- Korrelations-Matrizen bearbeiten und voranzeigen.

Modellfenster und Diagrammnavigator

Das Modellfenster ist mit Ihren Arbeitsblättern in Excel „verknüpft“. Durch Klicken auf eine Eingabe in der Tabelle werden die Zellen, die diese Eingabe nebst Namen enthalten, in Excel entsprechend markiert. Wenn Sie auf eine Eingabe in der Tabelle **doppelklicken**, wird das Diagramm dieser Eingabe in Excel angezeigt, und zwar nebst Verbindung zu der Zelle, in der sich die Eingabe befindet.



Auf die Befehle für das Modellfenster kann durch Klicken auf die Symbole zugegriffen werden, die unten in der Tabelle zu sehen sind, oder durch Klicken mit der rechten Maustaste und Auswahl aus dem dann erscheinenden Kontextmenü. Die ausgewählten Befehle werden in der Tabelle in den derzeit ausgewählten Zeilen ausgeführt.



Die im Fenster **@RISK – Modell** angezeigte Tabelle für Ausgaben und Eingaben erscheint automatisch, sobald das Fenster eingeblendet wird. Bei Anzeige des Fensters werden Ihre Arbeitsblätter nach @RISK-Funktionen abgesucht oder erneut abgesucht.

Wie werden die Namen der Variablen generiert?

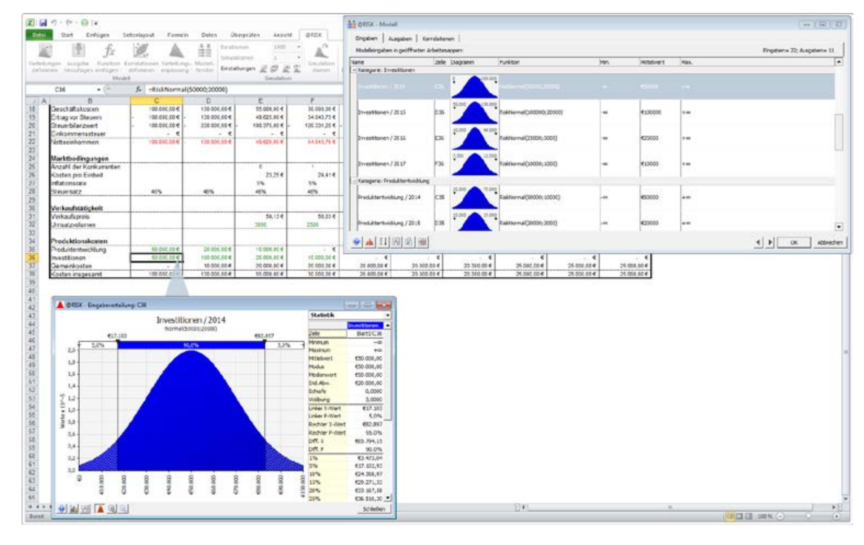
Wenn in eine *RiskOutput*- oder Verteilungsfunktion kein Name eingegeben wird, versucht @RISK ganz automatisch, einen entsprechenden Namen zu erstellen. Diese Namen werden erstellt, indem das Arbeitsblatt im Bereich der Zelle abgesucht wird, in der sich die Eingabe oder Ausgabe befindet. Dabei sucht @RISK von der Eingabe- oder Ausgabezelle aus nach links hin die Zeile der Kalkulationstabelle ab und geht dann die Spalte bis nach oben durch. @RISK sucht auf diese Weise die betreffenden Bereiche in der Kalkulationstabelle ab, bis eine Zelle mit dem entsprechenden Label oder eine Zelle ohne Formel gefunden wird. @RISK verwendet dann diese Zeilen- oder Spaltenüberschriften, um daraus einen Namen für die Eingabe oder Ausgabe zu erstellen.

Modellfenster – Registerkarte „Eingaben“

Auf dieser Registerkarte sind alle Verteilungsfunktionen in den in Excel geöffneten Arbeitsmappen zu sehen.

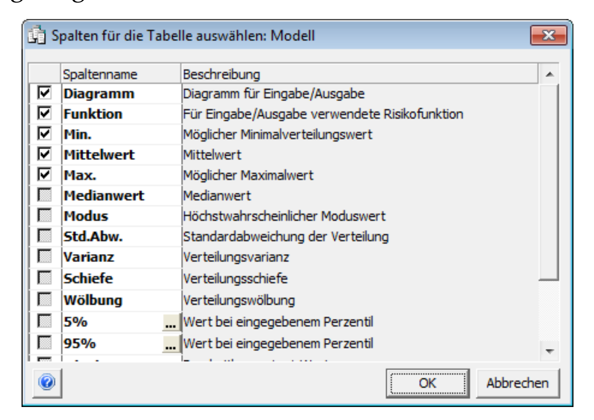
Im Modellfenster sind auf der Registerkarte **Eingaben** alle in Ihrem Modell befindlichen Verteilungsfunktionen aufgelistet. Standardmäßig wird in der Tabelle für jede Eingabe Folgendes angezeigt:

- **Name**, d. h. die Bezeichnung der Eingabe. Um den Namen der Eingabe zu ändern, brauchen Sie nur einen neuen Namen in die Tabelle eingeben oder auf das Symbol für **Verweiseingabe** klicken, um in Excel eine Zelle auszuwählen, in der sich der gewünschte Name befindet.
- **Zelle**, d. h. die Zelle, in der sich die Verteilung befindet.
- **Ein Mini-Diagramm**, d. h. eine grafische Darstellung der Verteilung. Um das Mini-Diagramm in voller Größe zu zeigen, brauchen Sie es nur **aus der Tabelle ziehen**, um ein vollständiges Diagrammfenster daraus zu machen.
- **Funktion**, d. h. die aktuelle Verteilungsfunktion in der Excel-Formel. Sie können diese Funktion direkt in der Tabelle bearbeiten.
- **Minimal-, Mittel- und Maximalwert**, d. h. der durch die eingegebene Eingabeverteilung beschriebene Wertebereich.

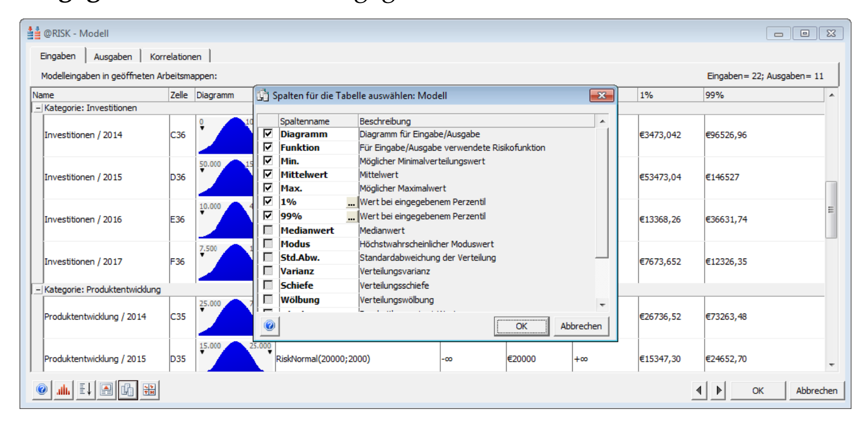


Im Modellfenster angezeigte Spalten

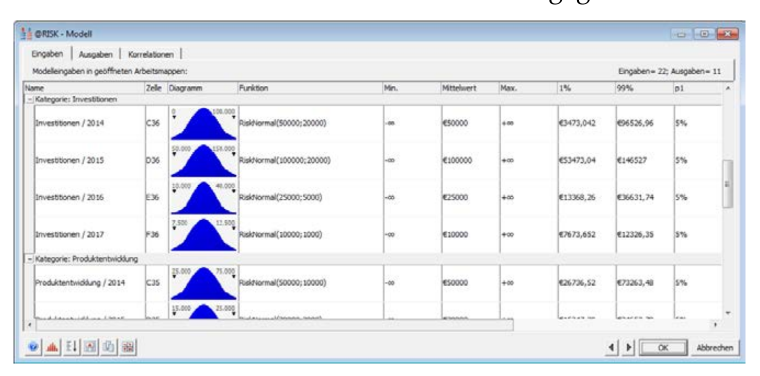
Die Spalten im Modellfenster können so angepasst werden, dass die von Ihnen gewünschte Statistik der Eingabeverteilungen in Ihrem Modell angezeigt wird. Über das unten im Fenster befindliche Symbol für **Spalten für Tabelle auswählen** kann das Dialogfeld **Spalten für Tabelle** angezeigt werden.



Wenn Perzentilwerte in der Tabelle angezeigt werden sollen, muss der aktuelle Perzentilwert in den beiden Zeilen **Wert des eingegebenen Perzentils** angegeben werden.



Die Zeilen **Bearbeitbare p1,x1-Werte** und **Bearbeitbare p2,x2-Werte** beziehen sich auf Spalten, die direkt in der Tabelle bearbeitet werden können. Über diese Spalten können bestimmte Zielwerte und/oder Zielwahrscheinlichkeiten direkt in die Tabelle eingegeben werden.



Im Modellfenster angezeigte Kategorien

Im **Modellfenster** können die Eingaben nach Kategorie gruppiert werden. Standardmäßig wird eine Kategorie erstellt, wenn eine Gruppe von Eingaben sich in der gleichen Zeile oder Spalte befindet. Auch können Eingaben in jeder beliebigen Kategorie platziert werden. Jede Eingabenkategorie kann erweitert oder teilweise ausgeblendet werden, indem Sie im Kategoriekopf auf Minus (-) oder Plus (+) klicken.

Über das Symbol für **Anordnen** unten im Modellfenster können Sie die Kategoriegruppierung ein- und ausschalten sowie die Standardkategorie ändern und neue Kategorien erstellen bzw. Eingaben von einer Kategorie in die andere verschieben. Die Eigenschaftsfunktion ***RiskCategory*** wird dazu verwendet, die Kategorie für eine Eingabe anzugeben (wenn diese sich nicht in der durch @RISK identifizierten Standardkategorie befindet).



Menü „Anordnen“

Dieses Menü enthält folgende Befehle:

- **Eingaben nach Kategorie gruppieren.** Durch diesen Befehl wird festgelegt, ob die Tabelle nach Kategorien angeordnet sein soll. Wenn **Eingaben nach Kategorie gruppieren** aktiviert ist, werden stets alle über die Funktion ***RiskCategory*** eingegebenen Kategorien angezeigt. Auch werden die Standardkategorien angezeigt, wenn unter dem Befehl **Standardkategorien** die Option **Zeilenüberschrift** oder **Spaltenüberschrift** gewählt wird.

- **Standardkategorien.** Durch diesen Befehl wird angegeben, wie @RISK automatisch Kategorienamen aus den Eingabenamen erstellen soll. Standardkategorienamen können mühelos aus den in @RISK verwendeten Standardeingabenamen erstellt werden. Im Abschnitt **Wie werden Standardnamen erstellt?** wird in diesem Handbuch beschrieben, wie Standardnamen für eine Eingabe generiert werden können, und zwar durch Verwendung einer Zeilen- und einer Spaltenüberschrift in Ihrer Kalkulationstabelle. In dem Standardnamen ist der Zeilenüberschriftsteil links vom Trennzeichen „/“ und der Spaltenüberschriftsteil rechts von diesem Trennzeichen zu sehen. Für Standardkategorien sind folgende Optionen verfügbar:

    ≠ Durch **Zeilenüberschrift** wird angegeben, dass Namen unter derselben Zeilenüberschrift in ein und dieselbe Kategorie gehören.

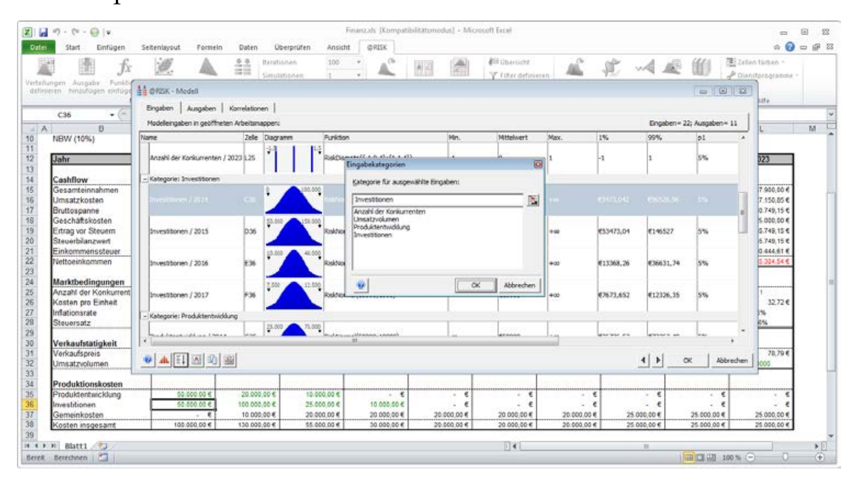
    ≠ Durch **Spaltenüberschrift** wird angegeben, dass Namen unter derselben Spaltenüberschrift in ein und dieselbe Kategorie gehören.

Standardkategorien können ebenfalls aus Eingabenamen erstellt werden, die unter Verwendung der Funktion ***RiskName*** eingegeben wurden, solange das Trennzeichen „ **/** “ verwendet wird, um beim Namenstext zwischen dem Zeilen- und Spaltenüberschriftsteil zu unterscheiden. Beispielsweise würde die Eingabe

=RiskNormal(100;10;RiskName("R&D-Kosten / 2010")

den Standardkategorienamen „R&D-Kosten“ ergeben, wenn die Option **Zeilenüberschrift** aktiviert wurde, und den Namen „2010“, falls die Option **Spaltenüberschrift** aktiviert wurde.

- **Befehl „Eingabe der Kategorie zuweisen“.** Durch diesen Befehl wird eine Eingabe oder ein Satz von Eingaben in einer Kategorie platziert. Das Dialogfeld **Eingabekategorien** ermöglicht Ihnen in diesem Fall, eine neue Kategorie zu erstellen oder eine vorhergehend erstellte Kategorie auszuwählen, in der dann die ausgewählten Eingaben platziert werden.



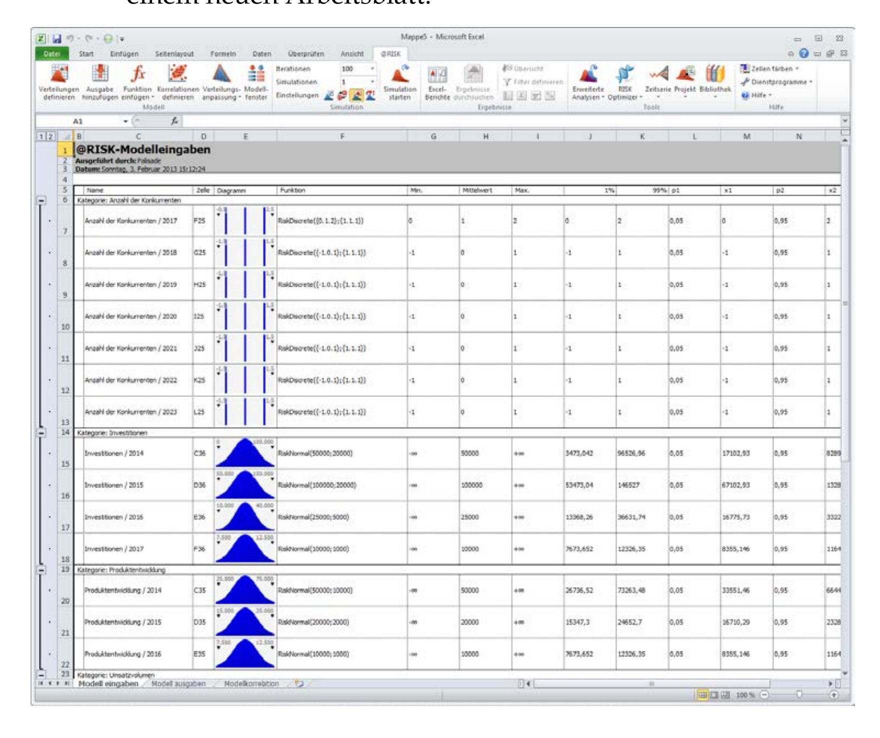
Wenn Sie einer Kategorie eine Eingabe zuweisen, wird die Eingabekategorie durch eine @RISK-Funktion definiert, und zwar durch die Eigenschaftsfunktion ***RiskCategory***. Weitere Informationen über diese Funktion finden Sie unter **Liste der Eigenschaftsfunktionen** im Abschnitt **Referenz: Funktionen** in diesem Handbuch.

Menü „Bearbeiten“

Das Fenster **@RISK – Modell** kann in die Zwischenablage kopiert oder an Excel exportiert werden, und zwar mithilfe der Befehle im Menü **Bearbeiten**. Auch können die Werte in der Tabelle nötigenfalls unten eingefüllt oder kopiert bzw. eingefügt werden. Dadurch haben Sie die Möglichkeit, eine @RISK-Verteilungsfunktion schnell in mehrere Eingaben zu kopieren oder auch bearbeitbare p1- und **x1**-Werte zu kopieren.

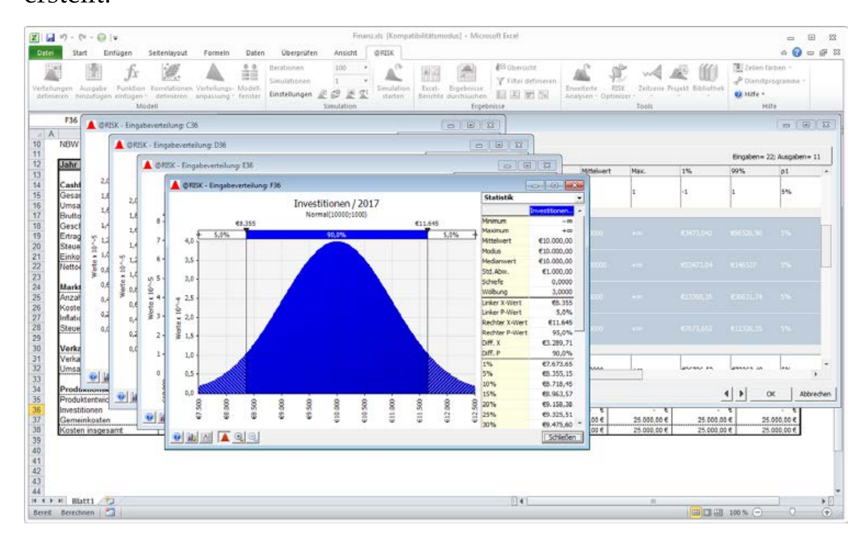
Das Menü **Bearbeiten** enthält folgende Befehle:

- **Auswahl kopieren**. – kopiert die aktuelle Auswahl aus der Tabelle in die Zwischenablage.
- **Einfügen, Einfüllen**. – fügt oder füllt in der Tabelle die Werte in die aktuelle Auswahl ein.
- **Berichterstellung in Excel**. Erstellt in Excel die Tabelle in einem neuen Arbeitsblatt.



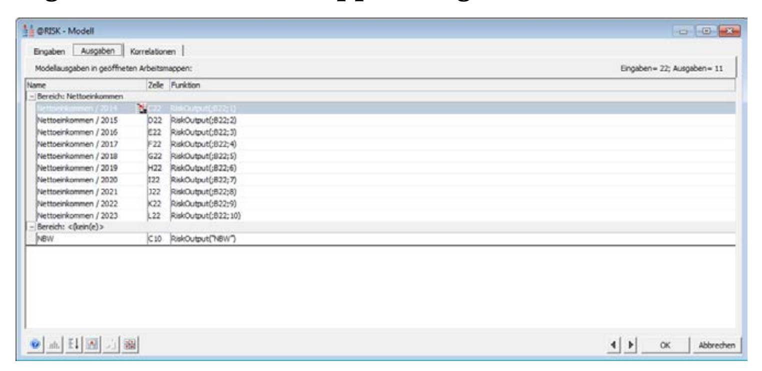
Menü „Diagramm“

Auf dieses Menü kann durch Klicken auf das Symbol für **Diagramm** unten im Modellfenster oder durch Klicken mit der rechten Maustaste in die Tabelle zugegriffen werden. Die angezeigten Befehle werden in der Tabelle in den derzeit ausgewählten Zeilen ausgeführt. Dadurch können Sie schnell und mühelos Diagramme und mehrere Eingabeverteilungen in Ihrem Modell erstellen. Sie brauchen nur den Diagrammtyp auswählen, den Sie anzeigen möchten. Wenn Sie den Befehl **Automatisch** verwenden, wird das Diagramm mittels Standardtyp (Wahrscheinlichkeitsdichte) für Eingabeverteilungen erstellt.



Modellfenster – Registerkarte „Ausgaben“

Auf dieser Registerkarte sind alle Ausgabezellen in den in Excel geöffneten Arbeitsmappen aufgeführt.



Im Modellfenster sind auf der Registerkarte **Ausgaben** alle in Ihrem Modell befindlichen Ausgaben aufgelistet. Es handelt sich hier um Zellen, in denen sich ***RiskOutput***-Funktionen befinden. Für jede Ausgabe zeigt die Tabelle folgende Einzelheiten:

- **Name**, d. h. die Bezeichnung der Ausgabe. Um den Namen der Ausgabe zu ändern, brauchen Sie nur einen neuen Namen in die Tabelle eingeben oder auf das Symbol für **Verweiseingabe** klicken, um in Excel eine Zelle auszuwählen, in der sich der gewünschte Name befindet.
- **Zelle**, d. h. die Zelle, in der sich die Ausgabe befindet.
- **Funktion**, d. h. die aktuelle ***RiskOutput***-Funktion in der Excel-Formel. Sie können diese Funktion direkt in der Tabelle bearbeiten.

Die Eigenschaften der einzelnen Ausgaben können durch Klicken auf das in jeder Zeile zu sehende Symbol **fx** eingegeben werden. Weitere Informationen über die Eigenschaften für Ausgaben finden Sie unter dem Befehl **Ausgabe hinzufügen** in diesem Kapitel.

Modellfenster – Registerkarte „Korrelationen“

Auf dieser Registerkarte sind alle in geöffneten Arbeitsmappen befindlichen Korrelations-Matrizen aufgelistet, und zwar zusammen mit allen darin befindlichen Eingabeverteilungen.

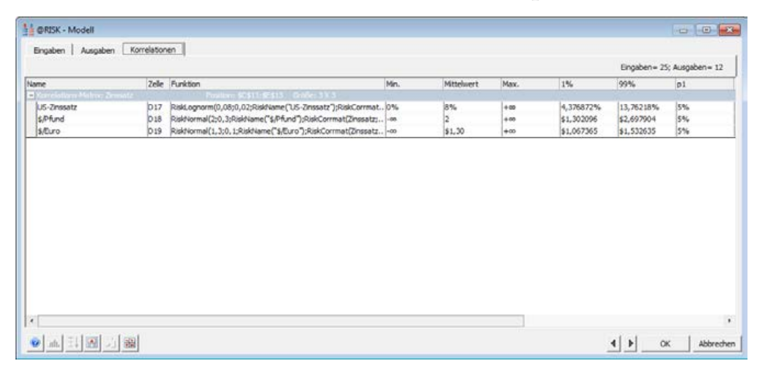
Im Modellfenster befindet sich die Registerkarte **Korrelationen**, auf der alle Korrelations-Matrizen aus geöffneten Arbeitsmappen aufgeführt sind, einschließlich der definierten Instanzen für diese Matrizen. Auch ist jede Eingabeverteilung in jeder Matrix und Instanz zu sehen.

Auf der Registerkarte **Korrelationen** können Eingaben genauso wie auf der Registerkarte **Eingaben** bearbeitet werden.

Bei Verwendung für irgendeine Eingabe kann die Korrelations-Matrix bearbeitet werden, und zwar durch

- Klicken auf das Symbol für **Korrelations-Matrix**, das neben der Spalte **Funktion** zu sehen ist
- Klicken mit der rechten Maustaste auf die Eingabe, und zwar entweder auf der Registerkarte **Korrelationen** oder der Registerkarte **Eingaben**, und anschließender Auswahl des Befehls **Korrelations-Matrix bearbeiten** im eingeblendeten Kontextmenü.
- Auswahl der Zelle (in Excel oder Matrix), in der sich die Eingabeverteilung befindet, und Klicken auf den Befehl **Korrelationen definieren**.

Weitere Informationen über Korrelationen sind unter dem Befehl **Korrelationen definieren** in diesem Referenzkapitel zu finden.



Simulationsbefehle

Simulationseinstellungen

Befehl „Simulationseinstellungen“

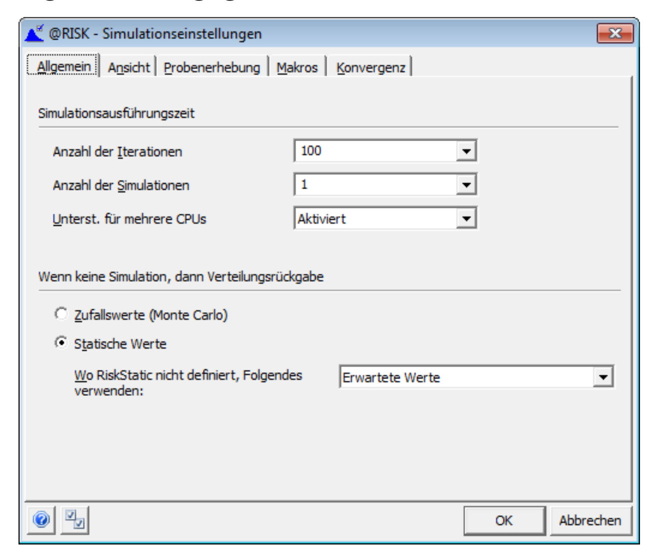
Ändert die Einstellungen, durch welche die @RISK-Simulationen gesteuert werden

Über den Befehl **Simulationseinstellungen** können Sie auf die während einer Simulation ausgeführten Vorgänge einwirken. Alle Einstellungen haben Standardwerte, die aber wie gewünscht geändert werden können. Die Simulationseinstellungen haben Einfluss auf die Art der Probenerhebung, die von @RISK ausgeführt wird, sowie auf die Aktualisierung der Arbeitsblattanzeige während der Simulation, auf die Werte, die durch Excel bei einer standardmäßigen Neuberechnung zurückgegeben werden, auf die Ausgangszahl für Zufallswerte bei der Probenerhebung, auf den Status der Konvergenzüberwachung und auf die Makroausführung während der Simulation. Alle Simulationseinstellungen werden beim Speichern Ihrer Arbeitsmappe in Excel ebenfalls gespeichert.

Um Simulationseinstellungen zu speichern, damit sie bei jedem Start von @RISK als Standardeinstellungen eingesetzt werden können, müssen Sie im Menü **Dienstprogramme** den Befehl **Anwendungseinstellungen** verwenden.

Registerkarte „Allgemein“ – Befehl „Simulationseinstellungen“

Ermöglicht die Eingabe einer Anzahl von auszuführenden Iterationen und Simulationen und gibt an, welcher Wertetyp bei normalen Excel-Neuberechnungen durch @RISK-Verteilungen zurückgegeben werden soll



Folgende Ausführungszeitoptionen sind verfügbar:

- **Anzahl der Iterationen** – ermöglicht Eingabe oder Änderung der Iterationen, die während einer Simulation ausgeführt werden sollen. Der einzugebende Wert muss aus einer positiven Ganzzahl (bis zu 2.147.483.647) bestehen. Der Standardwert ist 100. In jeder Iteration wird Folgendes ausgeführt:

  1) werden aus allen Verteilungsfunktionen Werteproben erhoben

  2) werden nach der Probenerhebung die Werte an die Zellen und Formeln des Arbeitsblatts zurückgegeben

  3) wird das Arbeitsblatt neu berechnet

  4) werden die neu berechneten Werte in den Zellen der ausgewählten Ausgabebereiche zur Verwendung bei der Erstellung von Ausgabeverteilungen gespeichert

Die Anzahl der ausgeführten Iterationen hat Einfluss sowohl auf die Zeit, die zur Ausführung der Simulation erforderlich ist, als auch auf die Qualität und Genauigkeit der Ergebnisse. Um eine schnelle Übersicht über die Ergebnisse zu erhalten, sind 100 Iterationen oder weniger ausreichend. Wenn Sie dagegen sehr genaue Ergebnisse benötigen, müssen Sie wahrscheinlich zwischen 300 und 500 Iterationen (oder sogar noch mehr) ausführen. Verwenden Sie die in diesem Abschnitt beschriebenen Konvergenzüberwachungsoptionen, damit Sie feststellen können, wie viele Iterationen für genaue und stabile Ergebnisse erforderlich sind. Über die Einstellung **Automatisch** wird festgelegt, dass @RISK die Anzahl der auszuführenden Iterationen automatisch bestimmen soll. Diese Einstellung wird für Konvergenzüberwachung verwendet, um die Simulation zu stoppen, sobald alle Ausgabeverteilungen konvergent sind. Weitere Informationen über Konvergenzüberwachung sind weiter hinten in diesem Abschnitt unter **Registerkarte „Konvergenz“** zu finden.

Bei Arbeitsblättern, die Zirkelbezüge enthalten, müssen Sie in Excel im Menü **Extras** den Befehl **Optionen – Berechnen** und dann die Option **Iterationen** verwenden. Sie können Arbeitsblätter, die diese Option verwenden, ohne weiteres simulieren, da das Lösen von Zirkelbezügen durch @RISK in keiner Weise gestört wird. @RISK erlaubt Excel das „Iterieren“, sodass dieses Programm Zirkelbezüge während der einzelnen Simulationsiterationen mühelos lösen kann.

Wichtig! Durch eine einzelne Neuberechnung mit Probenerhebung, die mit aktivierter Option „Wenn keine Simulation, dann Verteilungsrückgabe in Zufallswerten (Monte Carlo)“ ausgeführt wird, können Zirkelbezüge möglicherweise nicht gelöst werden. Wenn sich eine @RISK-Verteilungsfunktion in einer Zelle befindet, die während einer Excel-Iteration neu berechnet wird, wird der Wert für diese nämlich bei jeder Iteration der Neuberechnung neu erhoben. Aus diesem Grund sollte die Option „Wenn keine Simulation, dann Verteilungsrückgabe in Zufallswerten (Monte Carlo)“ nicht bei Arbeitsblättern verwendet werden, in denen Excel-Iterationsfähigkeiten zur Lösung von Zirkelbeziehungen eingesetzt werden.

- **Anzahl der Simulationen** – Über diese Option können Sie die Anzahl der Simulationen eingeben oder ändern, die bei einer @RISK-Simulation ausgeführt werden sollen. Sie können hier eine beliebige positive Ganzzahl eingeben. Der Standardwert ist 1. Bei jeder Iteration in jeder Simulation wird folgendes ausgeführt:

  1) werden aus allen Verteilungsfunktionen Werteproben erhoben

  2) geben *SIMTABLE*-Funktionen das Argument zurück, das der Nummer der auszuführenden Simulation entspricht

  3) wird das Arbeitsblatt neu berechnet

  4) werden die neu berechneten Werte in den Zellen der ausgewählten Ausgabebereiche zur Verwendung bei der Erstellung von Ausgabeverteilungen gespeichert

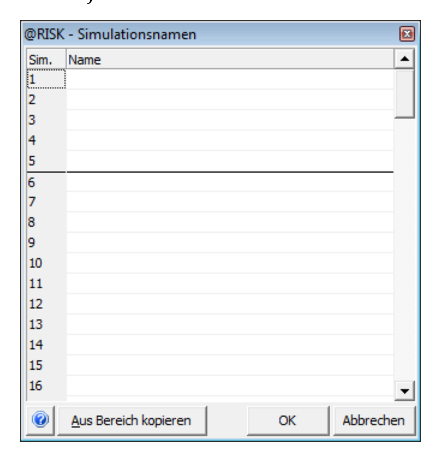
Die Anzahl der angeforderten Simulationen sollte kleiner oder gleich der Anzahl der Argumente sein, die in die *SIMTABLE*-Funktionen eingegeben wurden. Wenn die Anzahl der Simulationen die Anzahl der in die *SIMTABLE*-Funktion eingegebenen Argumente übersteigt, gibt die *SIMTABLE*-Funktion einen Fehler zurück, sobald eine Simulation ausgeführt wird, deren Nummer über der Argumentenzahl liegt.

Wichtig! Jede Simulation, die ausgeführt wird, wenn die Anzahl der Simulationen größer als 1 ist, verwendet dieselbe Ausgangszahl für Zufallswerte. Dadurch werden die Differenzen zwischen Simulationen auf die Wertänderungen beschränkt, die durch die SIMTABLE-Funktionen zurückgegeben werden. Falls Sie diese Einstellung außer Kraft setzen wollen, müssen Sie vor Ausführung von Mehrfachsimulationen auf der Registerkarte „Probenerhebung" unter „Ausgangszufallswert" die Option „Für mehrere Simulationen werden unterschiedliche Ausgangswerte benötigt" auswählen.

- **Unterstützung für mehrere CPUs** – Durch diese Option wird @RISK angewiesen, alle auf Ihrem Computer verfügbaren CPUs zu verwenden, um die Simulationen maximal zu beschleunigen.

Benennung von Simulationen

Wenn mehrere Simulationen ausgeführt werden, können Sie für jede Simulation einen Namen eingeben. Dieser Name wird dann zum Kennzeichnen von Ergebnissen in Berichten und Diagrammen verwendet. Stellen Sie die Anzahl der Simulationen auf einen Wert höher als 1 ein, klicken Sie auf die Schaltfläche **Simulationsnamen** und geben Sie dann für jede Simulation einen Namen ein.



Optionen für „Wenn keine Simulation, dann Verteilungsrückgabe“

Bei Ausführung einer standardmäßigen Excel-Neuberechnung und Drücken auf <F9> werden die Optionen unter **Wenn keine Simulation, dann Verteilungsrückgabe** angezeigt. Hierfür sind folgende Optionen verfügbar:

- **Zufallswerten (Monte Carlo)** – In diesem Modus geben die Verteilungsfunktionen während einer normalen Neuberechnung einen Monte Carlo-Zufallwert zurück. Durch diese Einstellung erscheinen die Arbeitsblattwerte so, wie sie während der Ausführung einer Simulation aussehen würden, bei der für jede Neuberechnung neue Werteproben aus den Verteilungsfunktionen erhoben würden.

- **Statische Werte** – In diesem Modus geben Verteilungsfunktionen die statischen Werte zurück, die während einer normalen Neuberechnung in die Eigenschaftsfunktion ***RiskStatic*** eingegeben wurden. Wenn kein statischer Wert für die Verteilungsfunktion definiert wurde, gibt diese einen der folgenden Werte zurück:

  - den **erwarteten Wert** oder Mittelwert der Verteilung. Bei diskontinuierlichen Verteilungen wird durch die Einstellung **Erwarteter Wert** in der Verteilung als Austauschwert der diskontinuierliche Wert verwendet, der dem wahren erwarteten Wert am nächsten kommt. Fall eine Verteilung keinen erwarteten Wert zeigt (wie z. B. bei Pareto), wird an dessen Stelle das 50. Perzentil (d. h., der Mittelwert) zurückgegeben.

  - den **wahren erwarteten Wert**. Dadurch werden dieselben Werte gegen die Option **Korrigierter erwarteter Wert** ausgetauscht, aber nicht im Fall von diskontinuierlichen Verteilungstypen, wie z. B. DISCRETE, POISSON und ähnlichen Verteilungen. Für diese Verteilungen wird als Austauschwert der wahre erwartete Wert verwendet, selbst wenn dieser bei der eingegebenen Verteilung eigentlich nicht auftreten könnte, d. h. wenn es sich bei dem Wert um keinen der diskontinuierlichen Punkte in der Verteilung handelt.

  - **Modus –** oder der Moduswert einer Verteilung.

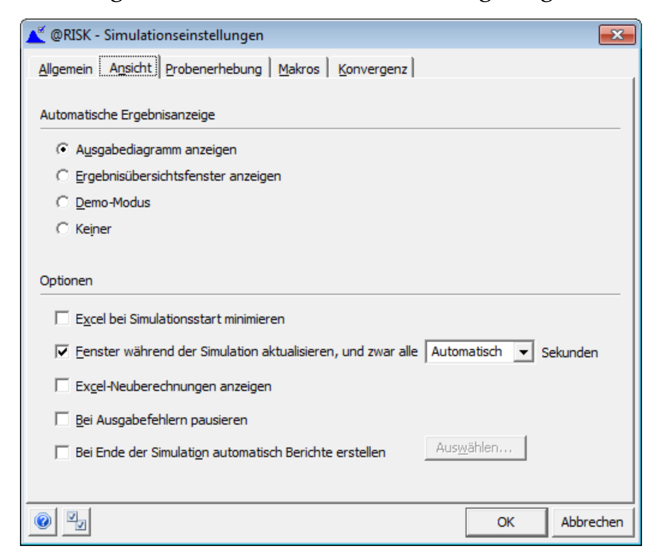
  - **Perzentil –** oder der eingegebene Perzentilwert für jede Verteilung.

Die Einstellung kann schnell von **Zufallswerte (Monte Carlo)** auf **Statistische Werte** geändert werden, indem Sie in der Symbolleiste für **@RISK-Einstellungen** auf das Symbol für **Zufall/Statisch** klicken.

Registerkarte „Ansicht“ – Befehl „Simulationseinstellungen“

Legt fest, was während und nach einer Simulation auf dem Bildschirm angezeigt wird

Durch die Einstellungen unter **Ansicht** wird gesteuert, was bei und nach Ausführung einer Simulation in @RISK angezeigt wird.



Über die **Automatische Ergebnisanzeige** können Sie u. a. folgende Optionen wählen:

- **Ausgabediagramm anzeigen** – In diesem Modus wird in Excel automatisch ein Popup-Diagramm über die Simulationsergebnisse für die ausgewählte Zelle angezeigt.

  ≠ wenn eine Simulation beginnt (und die Echtzeitergebnisse über **Fenster während Simulation alle xxx Sekunden aktualisieren** aktiviert wurden) oder

  ≠ wenn eine Simulation abgeschlossen ist.

  Außerdem wird am Ende der Simulation der **Durchsuchmodus** aktiviert. Falls die ausgewählte Zelle keine @RISK-Ausgabe oder -Eingabe ist, wird ein Diagramm der ersten Ausgabezelle in Ihrem Modell angezeigt.

- **Ergebnisübersichtsfenster anzeigen**. – Über diese Option wird das Ergebnisübersichtsfenster eingeblendet, wenn eine Simulation beginnt (und die Echtzeitergebnisse über **Fenster während der Simulation aktualisieren, und zwar alle xxx Sekunden** aktiviert wurden) oder wenn die Simulation abgeschlossen ist.

- **Demomodus** – Dieser Modus besteht aus einer voreingestellten Ansicht, in der @RISK die Arbeitsmappe mit jeder Iteration aktualisiert, um die sich ändernden Werte und ein aktualisiertes Diagramm über die erste Ausgabe in Ihrem Modell anzuzeigen. Dieser Modus ist recht nützlich, um in @RISK eine Simulation zu veranschaulichen.

- **Keine** – Bei dieser Option werden keine neuen @RISK-Fenster bei Beginn oder Abschluss einer Simulation angezeigt.

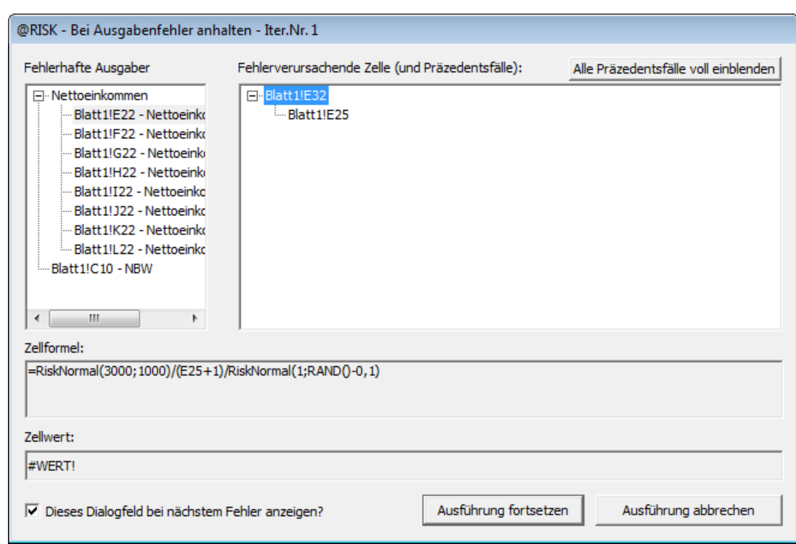
Auf der Registerkarte **Ansicht** im Dialogfeld **Simulationseinstellungen** sind unter Optionen folgende Einstellungen zu finden:

- **Excel bei Simulationsstart minimieren** – Über diese Option können das Excel- und alle @RISK-Fenster bei Start einer Simulation minimiert werden. Sie können während der Simulation jedes beliebige Fenster wieder voll anzeigen lassen, indem Sie es in der **Task-Leiste** einfach anklicken.

- **Fenster während Simulation alle xxx Sekunden aktualisieren** – Über diese Option kann die Echtzeitaktualisierung von geöffneten @RISK-Fenstern ein- und ausgeschaltet und auch eingestellt werden, wie oft die Fenster aktualisiert werden sollen. Wenn **Automatisch** ausgewählt ist, entscheidet @RISK die Häufigkeit der Aktualisierungen auf Basis der Anzahl ausgeführter Iterationen und der Ausführungszeit pro Iteration.

- **Excel-Neuberechnungen anzeigen** – Mithilfe dieser Option können Sie die Aktualisierung der Arbeitsblattanzeige während einer Simulation ein- und ausschalten. In einer Simulation werden bei jeder Iteration Werteproben aus allen Verteilungsfunktionen erhoben und wird dann die Kalkulationstabelle neu berechnet. Durch **Excel-Neuberechnungen anzeigen** sind Sie in der Lage, die Ergebnisse der einzelnen Neuberechnungen entweder auf dem Bildschirm anzeigen zu lassen (aktiviert) oder die Anzeige zu unterdrücken (deaktiviert). Der Standard ist „deaktiviert", da durch das ständige Aktualisieren der Wertanzeige bei den einzelnen Iterationen die Simulation erheblich verlangsamt wird.

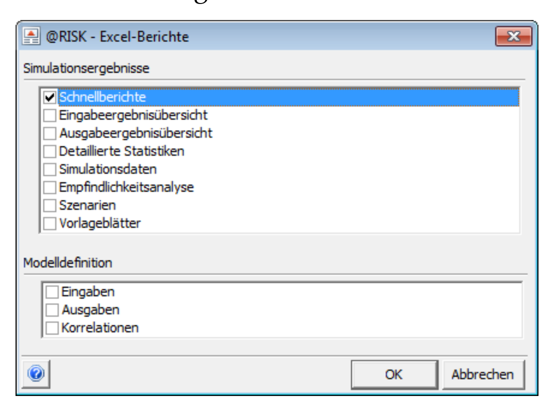
- **Bei Ausgabenfehler pausieren** – Schaltet diese Funktion ein oder aus. Bei Auswahl dieser Option wird die Simulation angehalten, sobald in irgendeiner Ausgabe ein Fehler auftritt. Falls das passiert, ist im Dialogfeld **Bei Ausgabenfehler anhalten** eine detaillierte Auflistung aller Ausgaben, für die während einer Simulation irgendwelche Fehler angezeigt wurden, zu sehen. Auch werden alle in Ihrer Kalkulationstabelle befindlichen Zellen, durch die der Fehler verursacht wurde, angezeigt.



Im Dialogfeld **Bei Ausgabenfehler anhalten** ist auf der linken Seite eine Auflistung der einzelnen Ausgaben zu sehen, in denen ein Fehler auftrat. Wenn Sie in der Explorer-artigen Liste eine Ausgabe auswählen, die einen Fehler enthält, wird die Zelle, deren Formel den Fehler verursachte, rechts im Feld angezeigt. @RISK identifiziert diese Zelle, indem die Liste der Vorgängerzellen der fehlerhaften Ausgabe durchsucht wird, bis fehlerfreie Werte gefunden werden. Die letzte fehlerhafte Vorgängerzelle (bevor dann nur noch fehlerfreie Vorgängerzellen vorhanden sind) wird sodann als fehlerverursachende Zelle identifiziert.

Sie können auch die Formeln und Werte der Vorgängerzellen überprüfen, indem Sie in der rechtsseitigen Liste in der fehlerverursachenden Zelle tiefer gehen. Dadurch können Sie dann die Werte untersuchen, aus denen sich die problematische Formal zusammensetzt. Eine Formel könnte beispielsweise durch eine Kombination von Werten, auf die die Formel Bezug nimmt, den Wert #WERT zurückgeben. Durch nähere Betrachtung von Formeln, die mit der fehlerverursachenden Formel vergleichbar sind, können diese bezogenen Werte dementsprechend genauer untersucht werden.

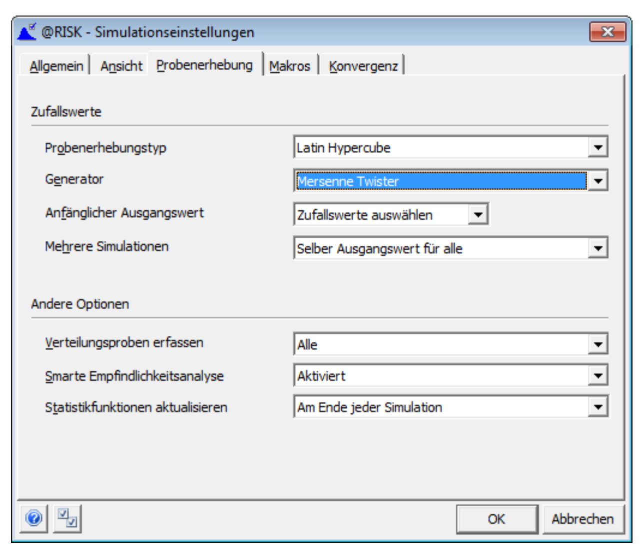
- **Bei Ende der Simulation automatisch Berichte erstellen** – Über diese Option können am Ende einer Simulation automatisch die ausgewählten Excel-Berichte erstellt werden.



Weitere Informationen über diese verfügbaren Excel-Berichte sind unter **Befehl „Excel-Berichte“** zu finden.

Registerkarte „Probenerhebung“ – Befehl „Simulationseinstellungen“

Legt fest, wie Werteproben während einer Simulation erhoben und gespeichert werden sollen



Folgende **Zufallszahlen**-Einstellungen sind möglich:

- **Probenerhebungstyp** – Durch diese Option wird der Probenerhebungstyp eingestellt, der während der @RISK-Simulation verwendet werden soll. Probenerhebungstypen unterscheiden sich in der Art, in der die Werteproben erhoben werden. Durch den Probenerhebungstyp **Latin Hypercube** können die durch Verteilungsfunktionen angegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen mit weniger Iterationen nachvollzogen werden, als das beim Probenerhebungstyp **Monte Carlo** der Fall ist.

  Wir empfehlen Ihnen deshalb, die Standardeinstellung (Latin Hypercube) zu verwenden, es sei denn, dass die Modelliersituation ausdrücklich den Typ **Monte Carlo** erforderlich macht. Die technischen Einzelheiten über diese beiden Probenerhebungstypen finden Sie in den Anhängen für technische Daten.

  - **Latin Hypercube –** für die geschichtete Probenerhebung
  - **Monte Carlo** – für die standardmäßige Monte Carlo-Probenerhebung

Generator

Durch den **Generator** kann bei der Simulation irgendeiner von acht verschiedenen Zufallszahlgeneratoren ausgewählt werden, die in @RISK verfügbar sind:

- RAN3I
- MersenneTwister
- MRG32k3a
- MWC
- KISS
- LFIB4
- SWB
- KISS_SWB

Diese Zufallszahlgeneratoren werden nachstehend genauer beschrieben:

1) **RAN3I –** Dies ist der Zufallszahlgenerator, der in @RISK3 und @RISK4 verwendet wurde. Er stammt aus den „Zahlenformulierungen" und basiert auf einem portierbaren, subtraktiven Zufallszahlgenerator von Knuth.

2) **Mersenne Twister –** Dies ist der Standardgenerator in @RISK, über den Sie weitere Informationen auf der Webseite **http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/MT/emt.html** finden können.

3) **MRG32k3a** – Dies ist ein stabiler Generator von Pierre L'Ecuyer. Weitere Informationen über diesen Generator können Sie unter **http://www.iro.umontreal.ca/~lecuyer/myftp/papers/streams00s.pdf** finden.

4) **KISS –** Dieser Generator wurde entwickelt, um die beiden MWC-Generatoren mit dem 3-Shift-Register SHR3 und dem Kongruenz-Generator CONG zu kombinieren, und zwar unter Verwendung von Addition und xor sowie Periode ~ 2^123.

5) **MWC** – Hier werden zwei 16-Bit-MWC-Generatoren (x(n)=36969x(n-1)+carry *und* y(n)=18000y(n-1)+carry mod 2^16) verknüpft. Dieser Generator arbeitet mit Periode ~ 2^60 und scheint alle Zufallsfaktortests zu bestehen. Dies ist ein eigenständiger Generator, der schneller ist als der KISS-Generator (der MWC ebenfalls als Bestandteil enthält).

6) **LFIB4 –** Dieser Generator wird „langsamer Fibonacci" genannt und ist wie folgt definiert: x(n)=x(n-r) op x(n-s) mit den x-Werten im endlichen Satz und mit einem binären Verfahrens-Operator, wie z. B. +,- bei Ganzzahlen, mod 2^32, * bei ungeraden Ganzzahlen und xor bei Binärvektoren.

7) **SWB –** Dies ist ein „Subtract-With-Borrow"-Generator, der entwickelt wurde, um sehr lange Perioden einfacher generieren zu können:

   x(n)=x(n-222)-x(n-237)- borrow mod 2^32

   „Borrow" ist gleich 0 oder wird auf 1 festgelegt, falls durch Berechnen von x(n-l) ein Überlauf in der 32-Bit-Ganzzahl-Arithmetik verursacht wird. Dieser Generator hat eine sehr lange Periode, 2^7098(2^480-1), d. h. ~ 2^7578, und scheint alle Zufallfaktortests zu bestehen, mit Ausnahme des „Birthday Spacings"-Test (Zahlenabstand beim Generieren von Geburtsdaten), der für alle langsamen Fibonaccis, die den Operator **+,-** oder **xor** verwenden, ein großes Problem darstellt.

8) **KISS_SWB** – Dieser Generator arbeitet mit einer Periode von >2^7700 und wird sehr empfohlen. SWB verhält sich genauso wie ein LFIB4, der den Operator **+,-,xor** verwendet. Durch „Borrow" ist lediglich eine erheblich längere Periode möglich. SWB besteht nicht den „Birthday Spacings"-Test. Das ist das gleiche Problem, das auch bei allen LFIB4s und anderen Generatoren besteht, bei denen lediglich zwei vorherige Werte mittels **=,-** oder **xor** kombiniert werden. Dieses Problem hat folgende Ursache: m=512 Geburtstage in einem Jahr von n=2^24 Tagen. Durch die zu treffende Wahl zwischen **m** und **n** kann dieses Problem auch bei Verzögerungen von > 1000 auftreten. Es sollte daher möglichst immer eine Kombination aus 2-Lag-Fibonacci oder SWB und einem anderen Generator verwendet werden, es sei denn, es wird der Operator * eingesetzt, wodurch dann eine sehr zufriedenstellende Sequenz von ungeraden 32-Bit-Ganzzahlen generiert werden kann.

MWC, KISS, LFIB4, SWB, und KISS+SWB sind alle freundlicherweise von George Marsaglia (Florida State University) zur Verfügung gestellt worden und entsprechende Erläuterungen sind unter **http://www.lns.cornell.edu/spr/1999-01/msg0014148.html** zu finden.

Ausgangszahl

Anfänglicher Ausgangswert Die anfängliche Ausgangszahl kann für die Zufallszahlgenerierung in Bezug auf die Simulation als Ganzes auf zwei Weisen eingestellt werden:

- **Automatisch** – d. h. @RISK wählt für jede Simulation einen neuen zufälligen Ausgangswert.
- **Fester Ausgangswert** – d. h. @RISK verwendet für jede Simulation denselben Ausgangswert. Wenn Sie einen festen Ausgangswert (der ungleich Null ist) für die Zufallswertgenerierung eingeben, wird genau die gleiche Zufallswertfolge von Simulation zu Simulation wiederholt. Zufallswerte werden beim Erheben von Werteproben aus Verteilungsfunktionen verwendet. Der gleiche Zufallswert resultiert immer in der Erhebung des gleichen Wertes aus einer gegebenen Verteilungsfunktion. Der Ausgangswert muss eine Ganzzahl sein und im Bereich von 1 bis 2147483647 liegen.

Das Festlegen eines festen Ausgangswerts ist sehr praktisch, wenn die Umgebungsbedingungen für die Simulations-Probenerhebung gesteuert werden sollen. Vielleicht wollen Sie z. B. dasselbe Modell zweimal simulieren und dabei nur die Argumentswerte einer der Verteilungsfunktionen ändern. Durch Einstellung eines festen Ausgangswerts werden (mit Ausnahme der geänderten Funktion) bei jeder Iteration aus allen Verteilungsfunktionen die gleichen Werteproben erhoben. Auf diese Weise ist dann klar zu erkennen, dass die Unterschiede in den Ergebnissen aus diesen beiden Simulationen direkt mit der Änderung der Argumentswerte einer einzigen Verteilungsfunktion zu tun haben.

- **Mehrere Simulationen –** legt den Ausgangswert fest, wenn @RISK mehrere Simulationen ausführen soll. Hierfür sind folgende Optionen verfügbar:
  - **Für alle denselben Ausgangswert verwenden** – legt fest, dass bei gleichzeitiger Ausführung mehrerer Simulationen für alle Simulationen derselbe Ausgangswert verwendet werden soll. Das heißt, der gleiche Satz von Zufallswerten wird für jede Simulation verwendet. Dadurch können Sie die von Simulation zu Simulation auftretenden Unterschiede von den durch ***RiskSimTable***-Funktionen generierten Änderungen abgesondert halten.
  - **Unterschiedliche Ausgangswerte verwenden –** legt fest, dass bei gleichzeitiger Ausführung mehrerer

Simulationen durch @RISK für jede Simulation ein anderer Ausgangswert verwendet werden soll.

Bei Verwendung eines **festen** Ausgangswertes und gleichzeitiger Auswahl der vorstehenden Option wird zwar bei den einzelnen Simulationen ein unterschiedlicher Ausgangswert verwendet, aber bei jeder Wiederholung der Mehrfachsimulationen arbeitet @RISK dann mit der gleichen Ausgangswertfolge wie bei der ersten Ausführung. Mit anderen Worten, in diesem Fall sind die Ergebnisse dann von Ausführung zu Ausführung reproduzierbar.

Hinweis: Der anfängliche Ausgangswert auf der Registerkarte „Probenerhebung“ wirkt sich auf die für Eingabeverteilungen generierten Zufallswerte aus, wenn diesen Verteilungen über die Eigenschaftsfunktion „RiskSeed“ kein unabhängiger Ausgangswert zugewiesen wurde. Eingabeverteilungen, für die „RiskSeed“ verwendet wird, haben immer ihren eigenen reproduzierbaren Satz von Zufallswerten.

Andere Probenerhebungs-optionen

Auf der Registerkarte **Probenerhebung** sind noch folgende weiteren Einstellungen möglich:

- **Verteilungsproben erfassen –** legt fest, wie @RISK die während einer Simulation durch die Eingabeverteilungsfunktionen erhobenen Zufallswerteproben erfassen soll. Hierfür sind folgende Optionen verfügbar:

  - **Alle** – gibt an, dass Werteproben aus allen Eingabeverteilungsfunktionen erfasst werden sollen.

  - **Mit „Erfassen“ markierte Eingaben** – gibt an, dass Werteproben nur für solche Eingabeverteilungen erfasst werden sollen, für die die Eigenschaft **Erfassen** ausgewählt wurde, d. h. in die eine *RiskCollect*-Eigenschaftsfunktion eingegeben wurde. Empfindlichkeits- und Szenario-Analysen enthalten dann ebenfalls ausschließlich die mit **Erfassen** markierten Verteilungen.

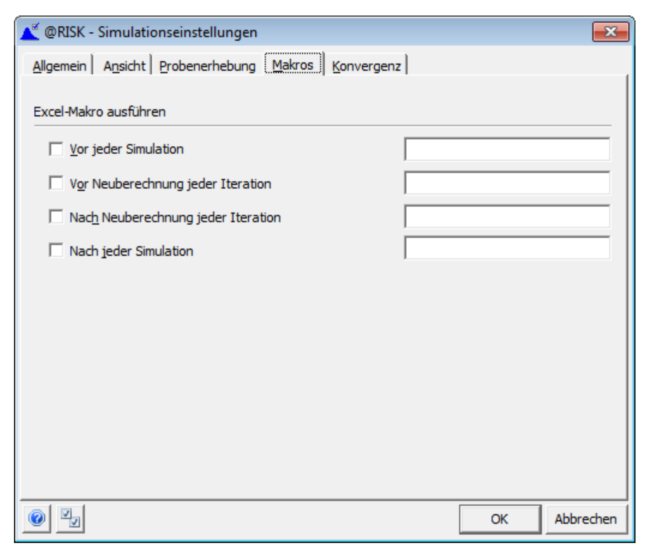
  - **Keine** – legt fest, dass während der Simulation keine Werteproben erfasst werden sollen. Wenn keine Werteproben erfasst werden, stehen auch keine Empfindlichkeits- und Szenario-Analysen als Simulationsergebnisse zur Verfügung. Außerdem fallen in diesem Fall die Statistiken über die Probenerhebung für Eingabeverteilungsfunktionen aus. Ohne Werteprobenerfassung können Simulationen jedoch schneller ausgeführt werden. Mitunter können dadurch

auch große Simulationen mit vielen Ausgaben trotz beschränkter Speichermöglichkeiten ausgeführt werden.

- **Smarte Empfindlichkeitsanalyse –** aktiviert oder deaktiviert die Smarte Empfindlichkeitsanalyse. Weitere Informationen über diese Analyse und Situationen, in denen sie evtl. deaktiviert werden sollte, finden Sie unter **Befehl „Empfindlichkeiten“.**
- **Statistikfunktionen aktualisieren –** legt fest, zu welchem Zeitpunkt die @RISK-Statistikfunktionen (wie z. B. *RiskMean*, *RiskSkewness* usw.) während einer Simulation aktualisiert werden sollen. In den meisten Fällen brauchen die Statistiken erst zu Ende einer Simulation aktualisiert werden, und zwar zur Anzeige der endgültigen Simulationsstatistik in Excel. Wenn es bei den Berechnungen in Ihrem Modell jedoch erforderlich ist, je Iteration eine neue Statistik zurückzugeben (z. B. wenn eine benutzerdefinierte Konvergenzberechnung mithilfe von Excel-Formeln eingegeben wurde), sollte die Option **Jede Iteration** verwendet werden.

Registerkarte „Makros“ – Befehl „Simulationseinstellungen“

Ermöglicht die Angabe eines Excel-Makros, das dann vor, während oder nach einer Simulation ausgeführt werden kann



Über die Option **Excel-Makro ausführen** können während einer @RISK-Simulation Kalkulationstabellen-Makros ausgeführt werden. Hierfür sind folgende Optionen verfügbar:

- **Vor jeder Simulation –** Das angegebene Makro wird vor Beginn jeder Simulation ausgeführt.
- **Vor Neuberechnung jeder Iteration –** Das angegeben Makro wird aufgerufen, bevor @RISK neue Werteproben im Kalkulationstabellenmodell platziert hat, und bevor Excel auf Basis dieser Werte neu berechnet wird.
- **Nach Neuberechnung jeder Iteration** Das angegebene Makro wird ausgeführt, nachdem @RISK die Probenerhebung und Arbeitsblattneuberechnung vorgenommen hat, aber bevor @RISK die Ausgabenwerte speichert. Ein Makro nach Neuberechnung kann Werte in @RISK-Ausgabezellen aktualisieren. In @RISK-Berichten und Berechnungen werden diese Werte und nicht die Ergebnisse aus der Excel-Neuberechnung verwendet.
- **Nach jeder Simulation** – Das angegebene Makro wird nach jeder Simulation ausgeführt.

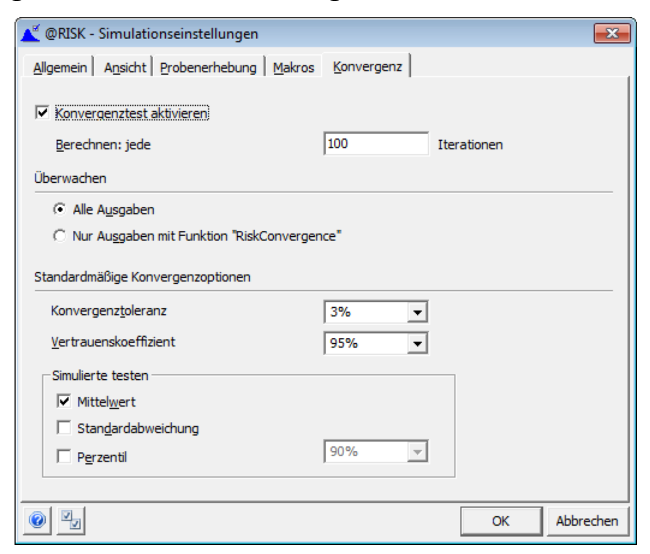
Mit anderen Worten, Makros können jederzeit während einer Simulation ausgeführt werden. Durch diese Funktion können Berechnungen, die nur durch ein Makro vorgenommen werden können, während einer Simulation ausgeführt werden. Optimierungen, iterative Schleifenberechnungen und Berechnungen, die neue Daten aus externen Quellen erfordern, sind Beispiele solcher Berechnungen, die Makros erfordern. Außerdem kann ein Makro auch @RISK-Verteilungsfunktionen enthalten, bei denen die Werteproben während der Makroausführung erhoben werden. Der eingegebene Makroname sollte „völlig qualifiziert" sein, d. h. er sollte die vollständige Adresse (einschließlich Dateinamen) des auszuführenden Makros enthalten.

Durch Makros können für jede Iteration beliebig viele Vorgänge ausgeführt werden. Der Benutzer sollte jedoch davon absehen, Makrobefehle für das Schließen des Arbeitsblattes, das Beenden von Excel oder für ähnliche Funktionen zu verwenden.

@RISK enthält eine objektorientierte Programmierschnitttstelle (API), über die mithilfe von @RISK benutzerdefinierte Anwendungen erstellt werden können. Diese Programmierschnittstelle wird in der Hilfedatei **@RISK 7 for Excel Developer Help** näher beschrieben. Sie können auf diese Datei über das @RISK-Hilfemenü zugreifen.

Registerkarte „Konvergenz“ – Befehl „Simulationseinstellungen“

Definiert die Einstellungen für Überwachung der Konvergenz von Simulationsergebnissen



Mithilfe der Einstellungen auf der Registerkarte **Konvergenz** kann angegeben werden, wie @RISK während einer Simulation die Konvergenz überwachen soll. Durch die Konvergenzüberwachung wird während der Simulation die Änderungen angezeigt, die sich in den Ausgabeverteilungs-Statistiken durch die Ausführung von zusätzlichen Iterationen ergeben haben.

Durch Ausführung zahlreicher Iterationen werden die generierten Ausgabeverteilungen zunehmend stabiler. Das hat seine Ursache darin, dass die Statistiken, die diese Verteilungen beschreiben, sich mit zunehmenden Iterationen immer weniger verändern. Die Anzahl der Iterationen, die erforderlich ist, um stabile Ausgabeverteilungen zu generieren, ist unterschiedlich und hängt von dem zu simulierenden Modell sowie den im Modell enthaltenen Verteilungsfunktionen ab.

Durch Überwachen der Konvergenz können Sie sicherstellen, dass Sie zwar eine ausreichende Anzahl, aber nicht unnötig viele Iterationen ausführen. Dies ist besonders bei komplexen Modellen wichtig, bei denen die Berechnung viel Zeit in Anspruch nimmt.

Durch die Konvergenzüberwachung verlängert sich die Ausführungszeit für die Simulation. Wenn Sie bei einer voreingestellten Anzahl von Iterationen die schnellstmögliche Simulation erreichen möchten, sollten Sie die Konvergenzüberwachung ausschalten.

Das Testen der Konvergenz kann in @RISK auch für einzelne Ausgaben gesteuert werden, und zwar über die Eigenschaftsfunktion ***RiskConvergence***. Die Konvergenztests, die in Ihrem Arbeitsblatt über eine ***RiskConvergence***-Funktion ausgeführt werden, sind unabhängig von den Konvergenztests, die auf der Registerkarte **Konvergenz** angegeben werden. Über die Funktion ***RiskConvergenceLevel*** wird die Konvergenzebene der bezogenen Ausgabezelle zurückgegeben. Auch wird die Simulation angehalten, wenn die Funktion ***RiskStopRun*** den Argumentwert WAHR zurückgibt, und zwar ohne Berücksichtigung des Konvergenzteststatus, der auf der Registerkarte **Konvergenz** angegeben ist.

Es werden folgende **Standardkonvergenz-Optionen** geboten:

- **Konvergenztoleranz** – legt die Toleranz fest, die für die zu testende Statistik zulässig ist. Aus den vorstehenden Einstellungen geht beispielsweise hervor, dass der Mittelwert der Ausgabe so simuliert werden soll, dass er nicht mehr als 3% vom tatsächlichen Wert abweicht.

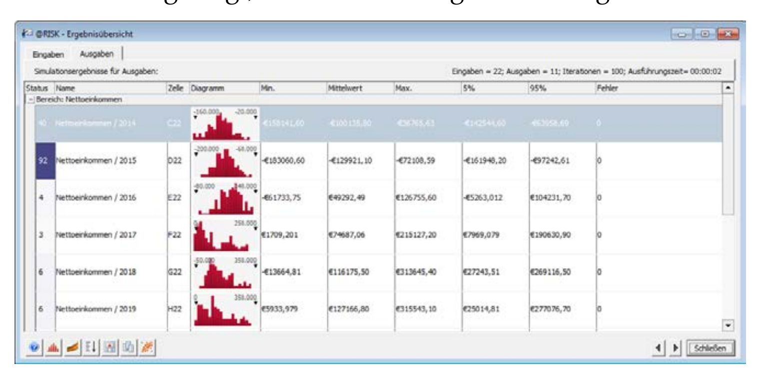
- **Aussagewahrscheinlichkeit** – gibt die Aussagewahrscheinlichkeit für Ihre Schätzung an. Aus den vorstehenden Einstellungen geht beispielsweise hervor, dass Ihre Schätzung des Mittelwerts für die simulierte Ausgabe (innerhalb der eingegebenen Toleranz) 95% der Zeit korrekt sein soll.

- **Simulierte testen** – gibt die Statistik der einzelnen Ausgaben an, die getestet werden sollen.

Wenn im Dialogfeld **Simulationseinstellungen** die Anzahl der Iterationen auf **Automatisch** eingestellt ist, wird die Simulation automatisch durch @RISK gestoppt, sobald für alle eingegebenen Simulationsausgaben die Konvergenz erreicht ist.

Status der Konvergenzüberwachung im Ergebnisübersichtsfenster

Im Ergebnisübersichtsfenster wird der Konvergenzstatus berichtet, sobald eine Simulation ausgeführt wird und **Konvergenzüberwachung** aktiviert ist. In der ersten Spalte des Fensters wird der Status für jede Ausgabe (als ein Wert von 1 bis 99) und dann OK angezeigt, sobald eine Ausgabe konvergent ist.



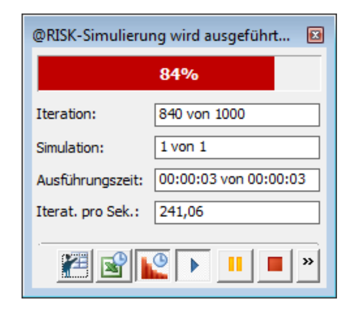
Simulation starten

Befehl „Simulation starten“

Startet eine Simulation

Durch Klicken auf das Symbol für **Simulation starten** wird die Simulation gestartet, und zwar unter Verwendung der aktuellen Einstellungen.

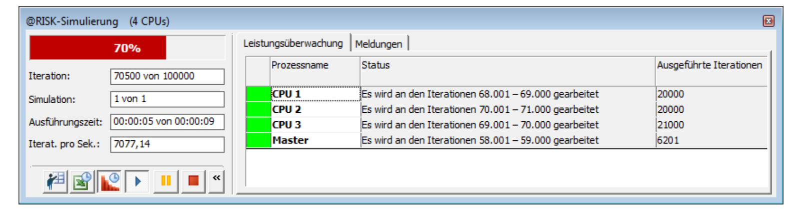
Während der Simulationen wird ein **Fortschrittsfenster** eingeblendet. Über die Symbole in diesem Fenster können Sie eine Simulation **ausführen, pausieren lassen** oder auch **anhalten**. Des Weiteren haben Sie die Möglichkeit, **Aktualisierungen von Diagrammen/Berichten in Echtzeit** und **Excel-Neuberechnungen** ein- und auszuschalten.



Außerdem kann die Option **Anzeige aktualisieren** während der Simulation durch Drücken der <Num>-Taste ein- und ausgeschaltet werden.

Leistungsüber-wachung

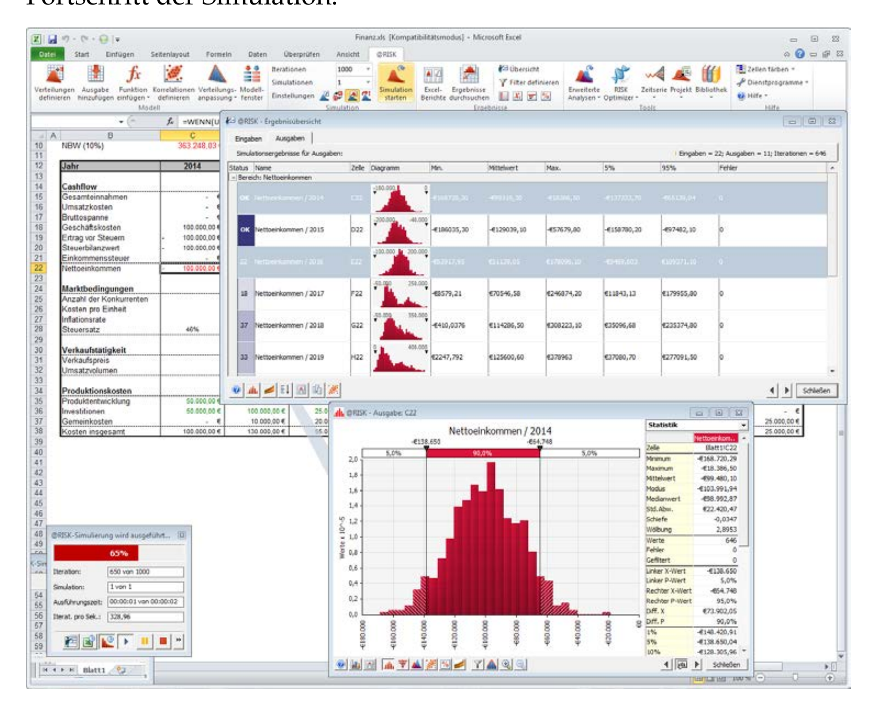
Wenn Sie unten rechts im Fortschrittsfenster auf den Pfeil klicken, wird die **Leistungsüberwachung** angezeigt. Dadurch sind dann während der Ausführung zusätzliche Informationen über den Status der einzelnen CPUs zu sehen.



Ebenfalls werden Informationen über die Simulation angezeigt, um z. B. die Möglichkeit zu geben, sehr lange Simulationen zu beschleunigen.

In Echtzeit aktualisieren

Während einer Simulation werden alle geöffneten Fenster aktualisiert, sofern die Option **Fenster während Simulation alle xxx Sekunden aktualisieren** aktiviert ist**.** Es ist besonders nützlich, das Fenster **@RISK – Ergebnisübersicht** zu aktualisieren. Die kleinen Mini-Diagramme in diesem Fenster geben dabei einen Überblick über den Fortschritt der Simulation.



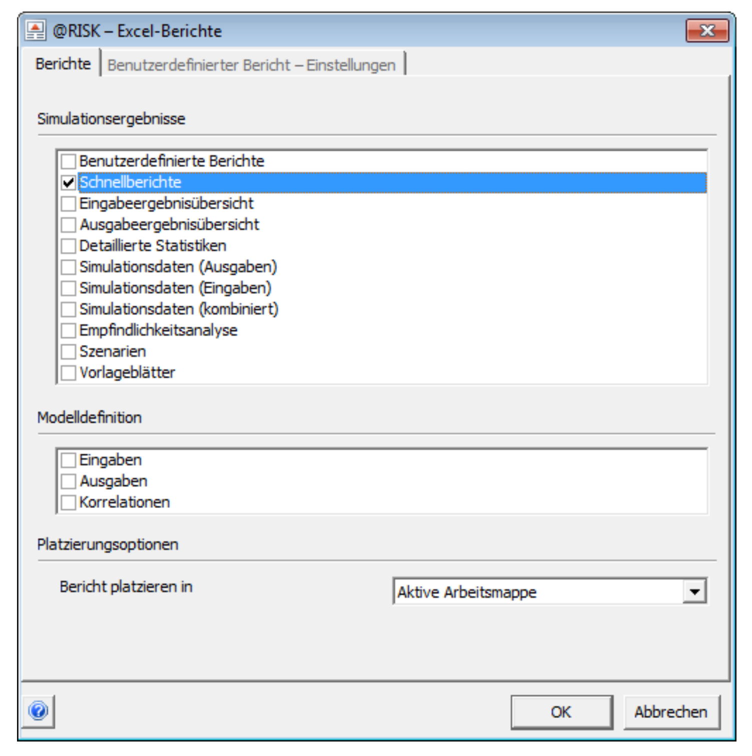
Ergebnisbefehle

Excel-Berichte

Befehl Excel Berichte

Wählt die Berichte über Simulationsergebnisse aus, die in Excel erstellt werden sollen

Über den Befehl **Excel-Berichte** (in der Gruppe **Ergebnisse**) können die Berichte ausgewählt werden, die über die Simulationsergebnisse oder die Modelldefinition erstellt werden sollen.



Nach Beendigung einer Simulation sind direkt in Excel verschiedene vordefinierte Berichte verfügbar. Die Option **Schnellberichte** liefert einen Bericht über Simulationsergebnisse, der gewöhnlich ausgedruckt wird. Dieser Bericht enthält in der Regel jeweils ein Arbeitsblatt für jede Ausgabe in einer Simulation. Die Option

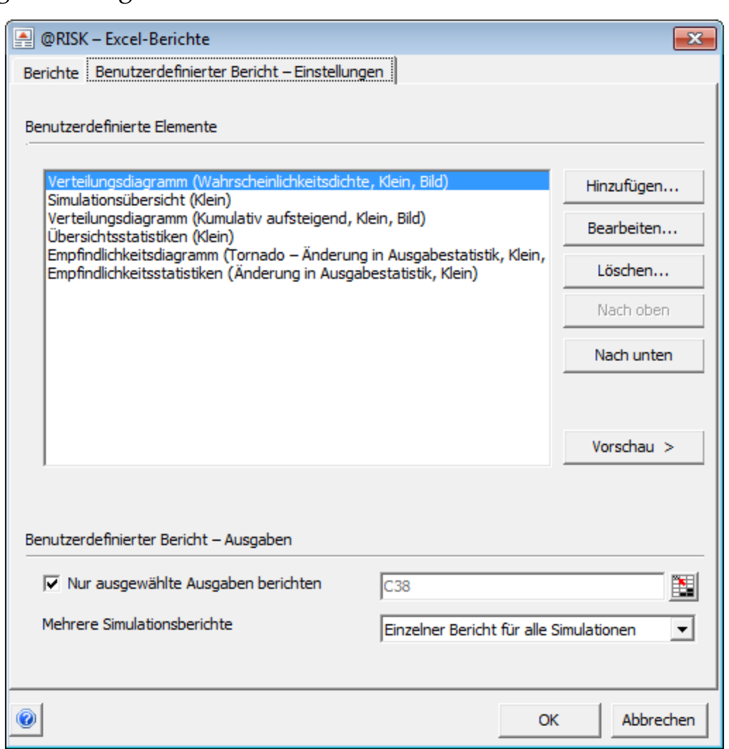
Benutzerdefinierte Berichte ist ähnlich, aktiviert aber die Registerkarte **Benutzerdefinierter Bericht – Einstellungen**, auf dem genau die gewünschten Berichte ausgewählt werden können. Die anderen verfügbaren Berichte, angefangen mit der **Eingabeergebnisübersicht**, enthalten dieselben Informationen, die auch in den entsprechenden Berichten im Ergebnisübersichtsfenster oder in anderen @RISK-Berichtsfenstern verfügbar sind.

Der Speicherort Ihrer Berichte wird über die Option **Bericht platzieren in** festgelegt. Für die Platzierung der Berichte in Excel sind zwei Optionen verfügbar:

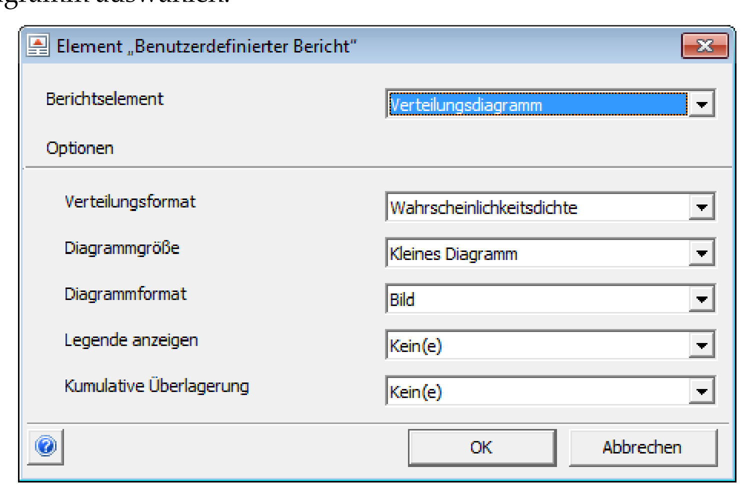
- **Neue Arbeitsmappe –** Platziert die neu erstellten Simulationsberichte jeweils in einer neuen Arbeitsmappe.
- **Aktives Arbeitsbuch –** Platziert bei jeder Berichterstellung die neu erstellten Simulationsberichte im aktiven Arbeitsbuch auf neuen Arbeitsblättern.

Benutzerdefinierte Berichte

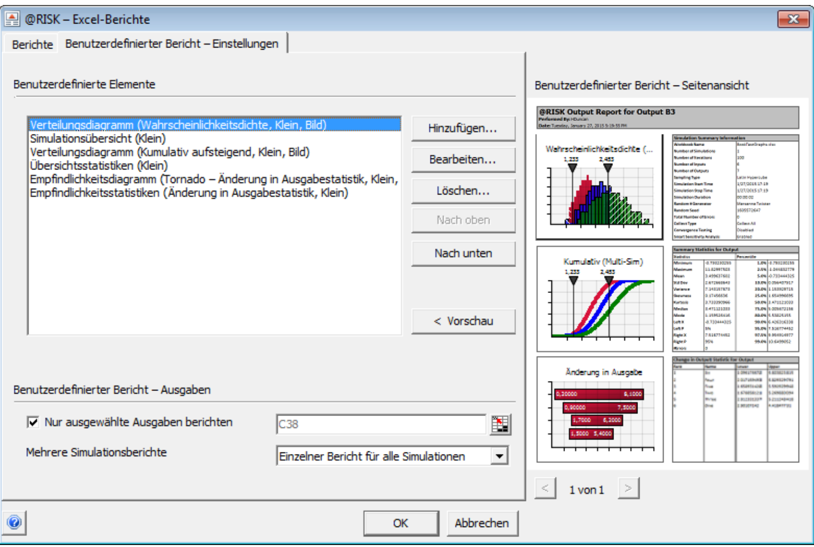
Sie können **Benutzerdefinierte Berichte** aktivieren und dann auf die Registerkarte **Benutzerdefinierter Berichte – Einstellungen** klicken, um genau die gewünschten Berichte anzufordern.



Der Abschnitt **Benutzerdefinierte Elemente** enthält die @RISK-Elemente (wie Diagramme und Statistiken), die Sie auf jeder Simulationsausgabe in Ihren Bericht aufnehmen wollen. Mit **Hinzufügen**, **Löschen**, **Nach oben** und **Nach unten** lassen sich diese Elemente ändern oder neu anordnen. Mit **Bearbeiten** lässt sich die Definition eines Elements ändern. Beispielsweise könnten Sie ein Tornado-Diagramm berücksichtigen wollen, indem Sie **Berichtelement** zu **Empfindlichkeitsdiagramm** ändern und dann die gewünschte Empfindlichkeitsberechnungsmethode für das Tornado-Diagramm auswählen.



Die Schaltfläche **Vorschau** ruft eine Vorschau des Schnellberichts auf.



Benutzerdefinierte Berichte können mehrere Seiten lang sein. In diesem Fall wird in der Vorschau eine Vorschau einer jeden Seite des Berichts angezeigt.

Benutzer-definierter Bericht – Ausgaben

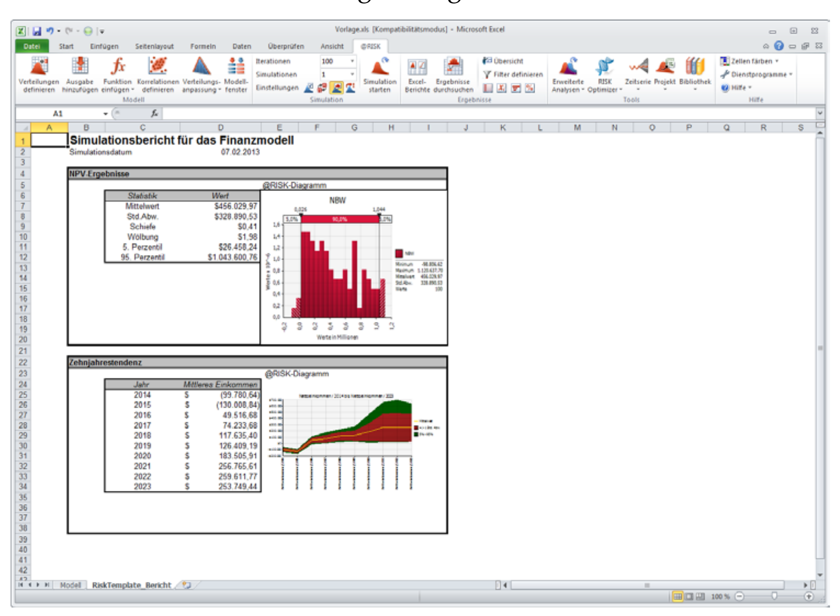
Beim Erstellen eines benutzerdefinierten Berichts können Sie diesen auf bestimmte Ausgaben beschränken. Dies ist recht praktisch, wenn es sich um ein Modell mit vielen Simulationen handelt, aber nur ein Bericht über einige wichtige Ausgaben erstellt werden soll.

Zusätzlich können mit der Option **Mehrere Simulationsberichte** mehrere separate Berichte für jede einzelne Simulation für eine bestimmte Ausgabe erstellt werden, anstelle die Ergebnisse aller Simulationen in einem einzigen Bericht zu kombinieren.

Vorlageblätter

Mithilfe der Vorlageblätter können Sie einen genau auf Ihre Anforderungen zugeschnittenen Simulationsbericht erstellen. Simulationsstatistiken und -diagramme können über die @RISK-Statistikfunktionen (wie z. B. **RiskMean**) oder die Diagrammfunktion **RiskResultsGraph** in einer Vorlage platziert werden. Sofern das Vorlageblatt eine Statistik- oder Diagrammfunktion enthält, wird bei Beendigung der Simulation eine Kopie dieses Vorlageblattes dazu benutzt, die gewünschten Statistiken und Diagramme zu generieren, sofern Sie im Dialogfeld **Excel-Berichte** die Option **Vorlageblätter** wählen. Mit anderen Worten, das Originalvorlageblatt mit den @RISK-Funktionen bleibt unverändert bestehen und kann somit auch bei nachfolgenden Simulationen zum Erstellen der Berichte wieder verwendet werden.

Bei den Vorlageblättern handelt es sich um standardmäßige Excel-Kalkulationstabellen. Sie werden in @RISK dadurch identifiziert, dass sie einen Namen haben, der mit **RiskTemplate** beginnt. Die diesbezüglichen Dateien können auch jede beliebige standardmäßige Excel-Formel enthalten, sodass mithilfe der Simulationsergebnisse benutzerdefinierte Berechnungen vorgenommen werden können.



Die vorstehend dargestellte Beispieldatei **Vorlage.xls** enthält ein Vorlageblatt. Anhand dieses Blattes können Sie sich entscheiden, wie Ihre Berichte und Vorlageblätter eingerichtet werden sollen.

Ergebnisse durchsuchen

Befehl „Ergebnisse durchsuchen“

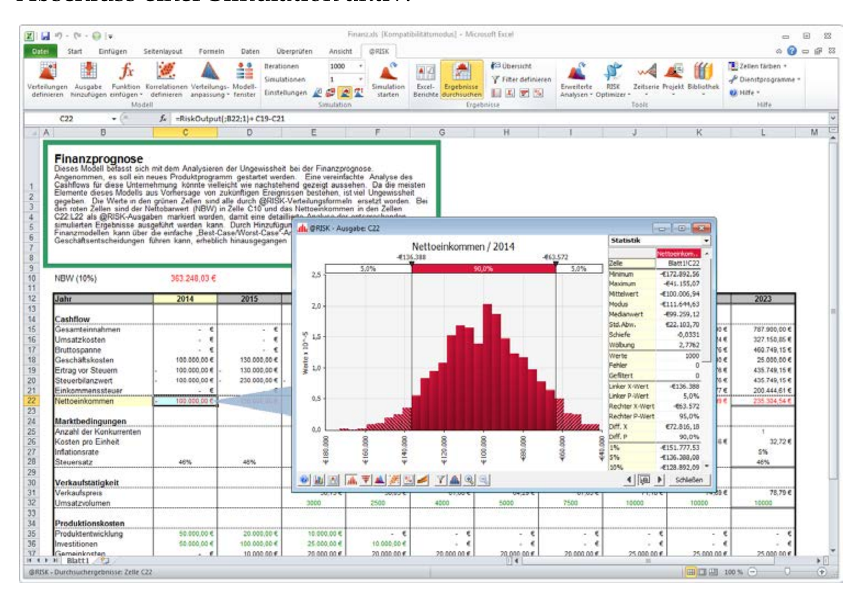
Schaltet bei Auswahl einer Zelle in Excel den Ergebnisdurchsuchmodus ein, und zwar dort, wo das Diagramm der Simulationsergebnisse angezeigt wird

Der Ergebnisdurchsuchmodus ermöglicht Ihnen, in Excel ein Diagramm der Simulationsergebnisse anzuzeigen, indem Sie in Ihrem Arbeitsblatt auf die gewünschte Zelle klicken. Sie können aber auch einfach auf **<Tab>** drücken, um das Diagramm in den geöffneten Arbeitsmappen zwischen den verschiedenen Ausgabezellen mit Simulationsergebnissen hin und her zu schieben.

Wenn Sie im Durchsuchmodus auf Zellen in Ihrer Kalkulationstabelle klicken, zeigt @RISK die entsprechenden Diagramme mit den Simulationsergebnissen an, und zwar wird dabei wie folgt vorgegangen:

- Falls es sich bei der ausgewählten Zelle um eine Simulationsausgabe handelt (oder diese Zelle eine simulierte Verteilungsfunktion enthält), zeigt @RISK ein **Diagramm der betreffenden simulierten Verteilung** an.
- Wenn die ausgewählte Zelle dagegen Teil einer Korrelations-Matrix ist, wird eine **Punktdiagramm-Matrix der simulierten Korrelationen unter den verschiedenen Matrix-Eingaben** eingeblendet.

Bei Auswahl der Simulationseinstellung **Automatische Ergebnisanzeige – Ausgabediagramm anzeigen** ist dieser Modus bei Abschluss einer Simulation aktiv.



Um den Ergebnisdurchsuchmodus zu beenden, brauchen Sie nur das Popup-Diagramm schließen oder in der Symbolleiste auf das Symbol für **Ergebnisse durchsuchen** klicken.

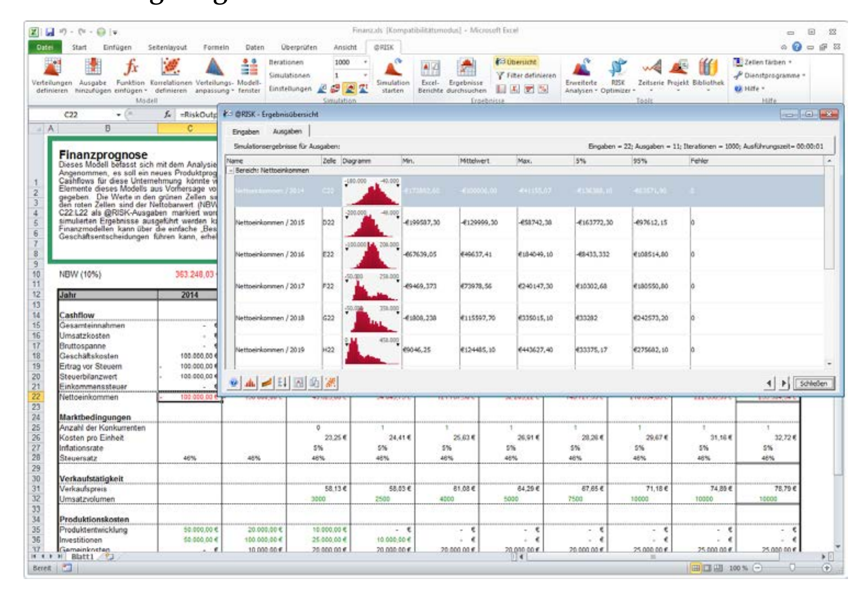
Übersicht

Befehl „Ergebnisübersichtsfenster anzeigen“

Zeigt alle Simulationsergebnisse einschließlich Statistiken und Mini-Diagrammen an

Das **@RISK-Ergebnisübersichtsfenster** gibt Ihnen einen Überblick über die Ergebnisse im Modell; auch werden Mini-Diagramme und eine Übersichtsstatistik über die simulierte Ausgabezelle und die Eingabeverteilungen angezeigt. Genau wie im Modellfenster können Sie:

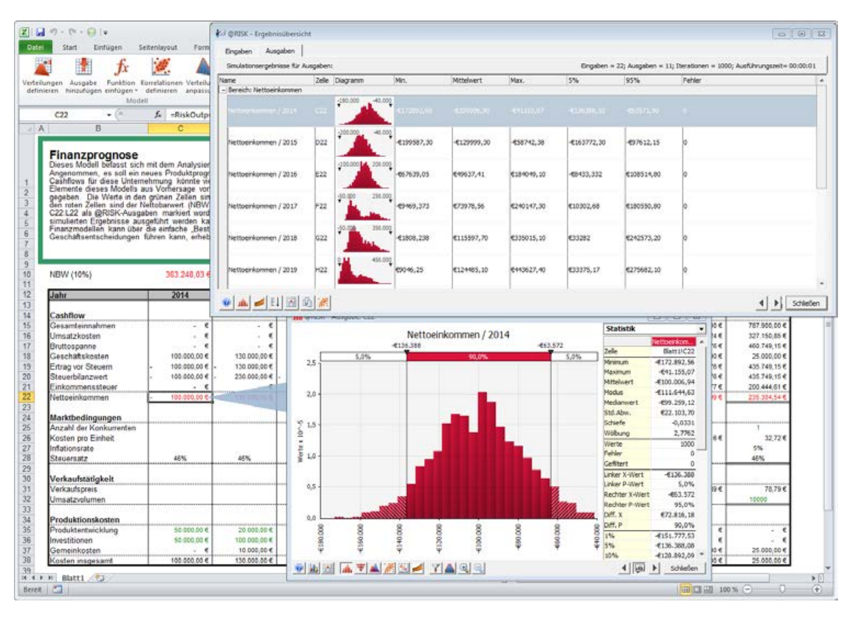
- **Mini-Diagramme ziehen und ablegen, um daraus Fenster in natürlicher Größe zu erstellen**
- **auf jeden beliebigen Tabelleneintrag doppelklicken, um dadurch in Ihrer Eingabeverteilungen enthaltenden Arbeitsmappe mithilfe des Diagrammnavigators durch die verschiedenen Zellen navigieren zu können**
- **Spalten anpassen, um auszuwählen, welche Statistik angezeigt werden soll.**



Hinweis: Wenn im Fenster „Ergebnisübersicht" irgendein Eingabe- oder Ausgabename in Rot angezeigt wird, ist die Zelle, auf die in Bezug auf das simulierte Ergebnis verwiesen wird, nicht zu finden. Das kann beim Öffnen von Simulationsergebnissen passieren, wenn dafür keine Arbeitsmappe verfügbar ist oder Sie in der betreffenden Arbeitsmappe nach Ausführung der Simulation die Zelle gelöscht haben. In diesem Fall können Sie zwar ein Diagramm des Ergebnisses in das Fenster „Ergebnisübersicht" ziehen, aber es ist nicht möglich, zu der Zelle zu navigieren und dann automatisch ein Diagramm einzublenden.

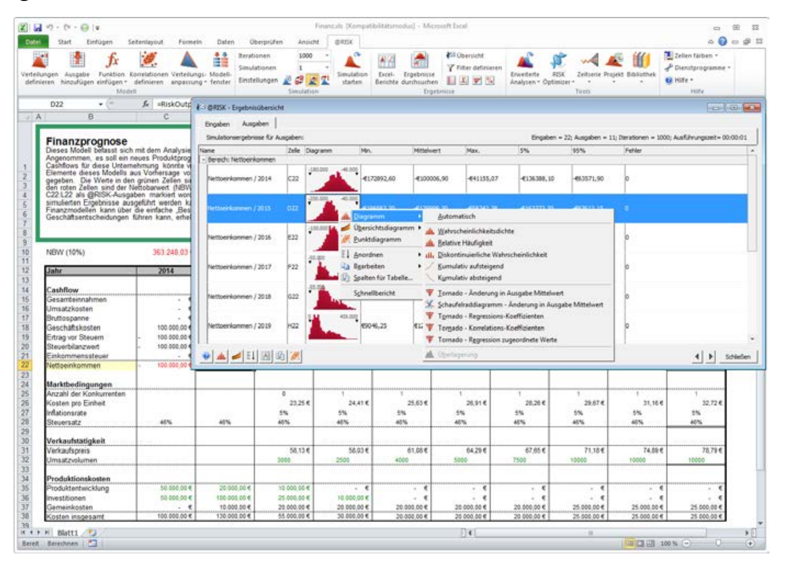
Ergebnisübersichtsfenster und Diagrammnavigator

Das Ergebnisübersichtsfenster ist mit Ihren Arbeitsblättern in Excel **verknüpft**. Durch Klicken auf eine simulierte Ausgabe oder Eingabe in der Tabelle werden die Zellen, die dieses Ergebnis nebst Namen enthalten, in Excel entsprechend markiert. Wenn Sie auf ein **Mini-Diagramm in der Tabelle doppelklicken**, wird das Diagramm der simulierten Ausgabe oder Eingabe in Excel angezeigt, und zwar nebst Verbindung zu der Zelle, in der sich die Eingabe oder Ausgabe befindet.



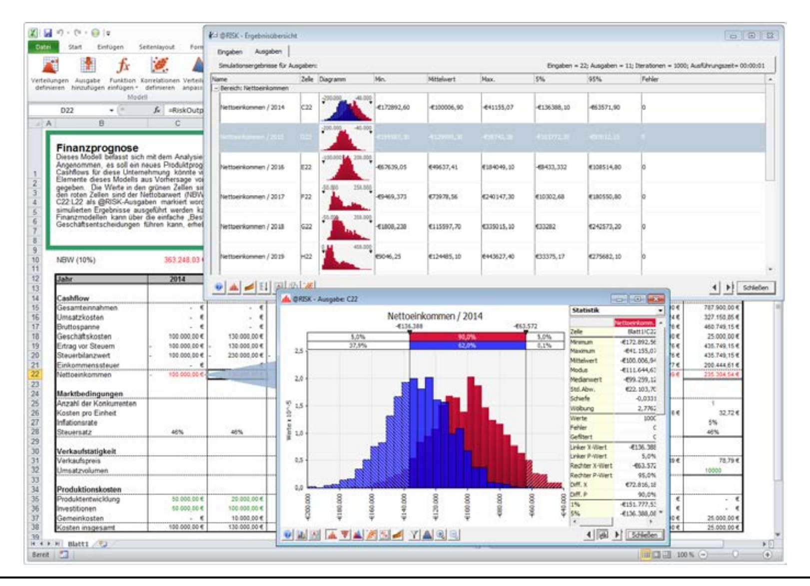
Befehle im Ergebnisübersichtsfenster

Auf die Befehle für das Ergebnisübersichtsfenster kann durch Klicken auf die Symbole zugegriffen werden, die unten in der Tabelle zu sehen sind, oder durch Klicken mit der rechten Maustaste und Auswahl aus dem dann erscheinenden Kontextmenü. Die Befehle werden in der Tabelle in den jeweils aktuell ausgewählten Zeilen ausgeführt.



Drag & Drop-Diagramme

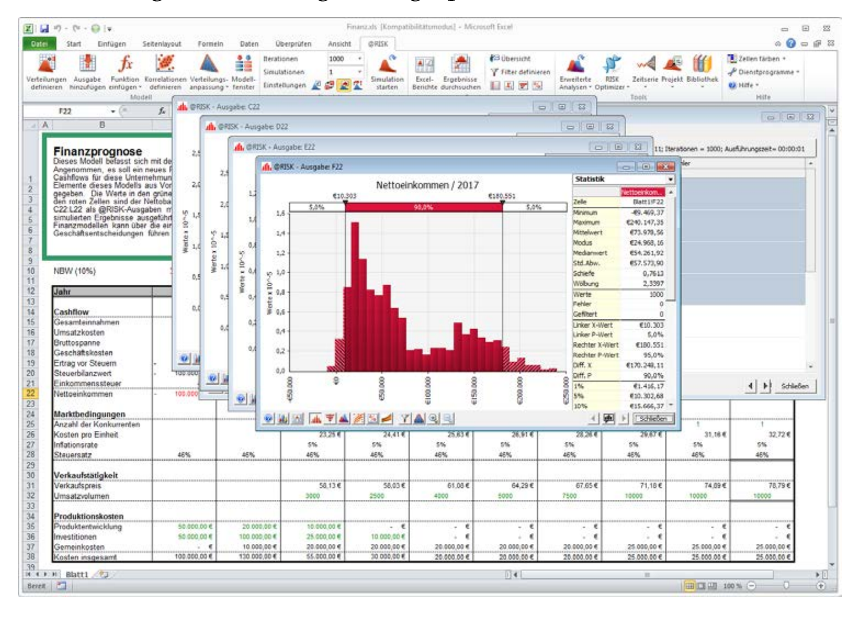
In @RISK können viele Diagramme einfach dadurch erstellt werden, dass Sie Minibilder aus dem **Ergebnisübersichtsfenster** ziehen. Außerdem können auch durch Ziehen eines Diagramms (oder Minibildes) auf ein anderes Diagramm beliebige Überlagerungen erstellt werden.



Erstellung mehrerer Diagramme

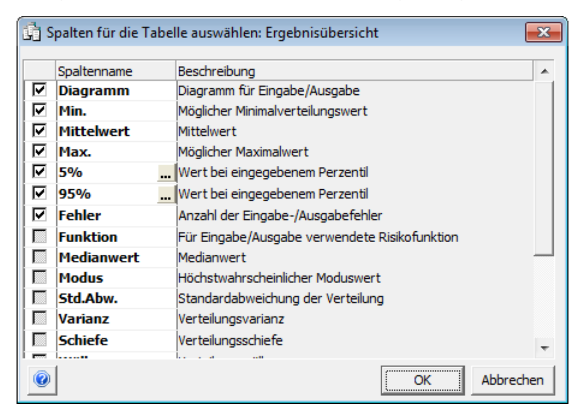
Es können gleichzeitig mehrere Diagramme erstellt werden, indem Sie im Ergebnisübersichtsfenster mehrere Zeilen auswählen und dann unten im Fenster auf das Symbol für **Diagramm** klicken.

Während Sie ein Diagramm in voller Größe bearbeiten, wird das entsprechende Mini-Diagramm im Ergebnisübersichtsfenster automatisch aktualisiert, um die von Ihnen ausgeführten Änderungen zu speichern. Sie brauchen sich daher keine Sorgen machen, beim Schließen eines Diagrammfensters evtl., ausgeführte Änderungen zu verlieren. Das Ergebnisübersichtsfenster hat für jede simulierte Ausgabe oder Eingabe aber nur ein Mini-Diagramm. Das heißt, Sie können zwar mehrere Diagrammfenster für ein und dieselbe Ausgabe oder Eingabe öffnen, aber es werden dann nur die Bearbeitungen für das zuletzt geänderte Diagramm gespeichert.

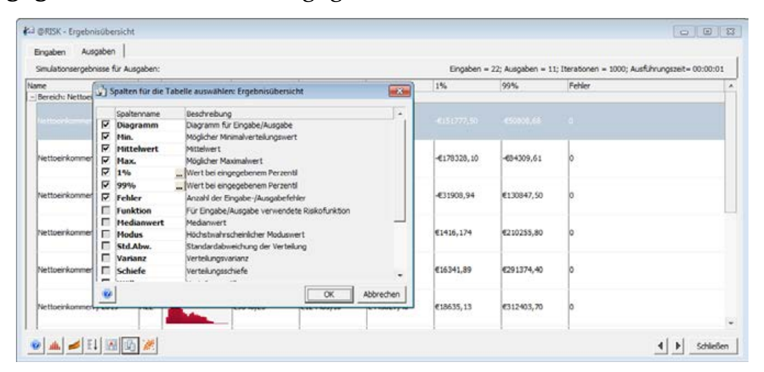


Spalten im Ergebnisüber-sichtsfenster

Die Spalten im Ergebnisübersichtsfenster können angepasst werden, je nachdem, welche Statistiken über die Ergebnisse angezeigt werden sollen. Über das unten im Fenster zu sehende Symbol für **Spalten** kann das Dialogfeld **Spalten für Tabelle** angezeigt werden.



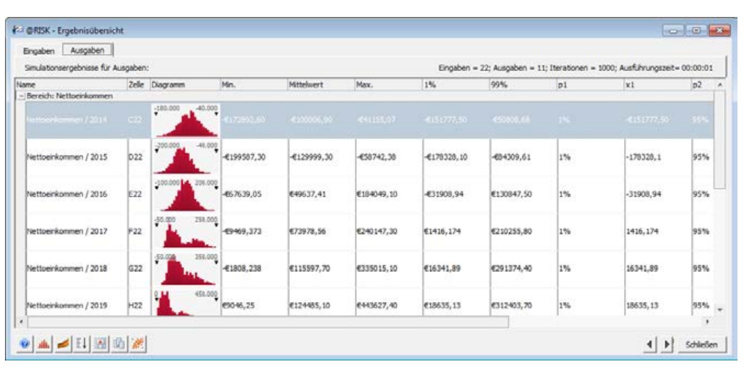
Wenn Perzentilwerte in der Tabelle angezeigt werden sollen, muss der aktuelle Perzentilwert in den beiden Zeilen **Wert des eingegebenen Perzentils** angegeben werden.



Hinweis: Spaltenauswahlen werden bei Änderung gespeichert. Für die Fenster „@RISK – Modell" und „@RISK – Ergebnisübersicht" können separate Spaltenauswahlen vorgenommen werden.

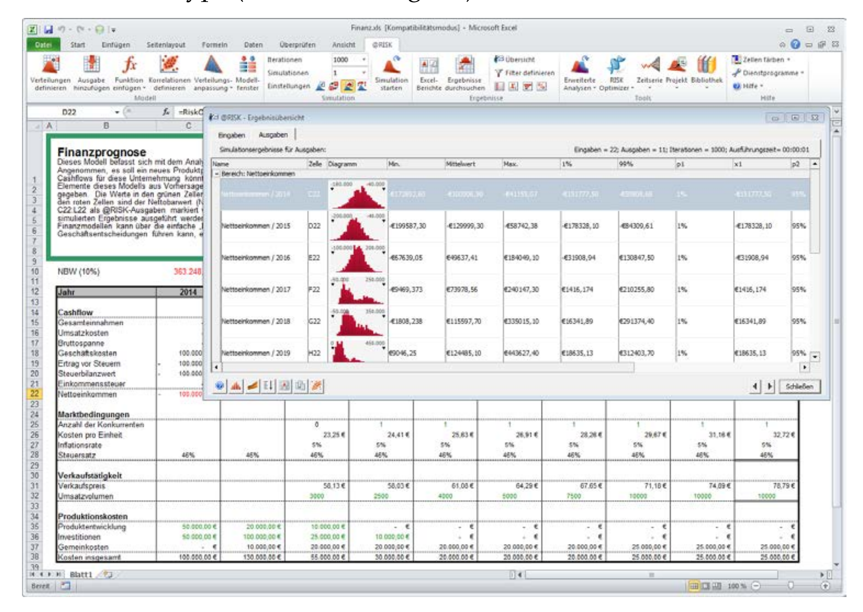
Wenn über **Simulationseinstellungen** die **Konvergenzüberwachung** eingeschaltet ist, wird im Ergebnisübersichtsfenster automatisch die Spalte **Status** als erste Spalte hinzugefügt. In dieser Spalte wird dann die Konvergenzebene für jede Ausgabe angezeigt.

Die Zeilen **Bearbeitbare p1,x1-Werte** und **Bearbeitbare p2,x2-Werte** beziehen sich auf Spalten, die direkt in der Tabelle bearbeitet werden können. Über diese Spalten können bestimmte Zielwerte und/oder Zielwahrscheinlichkeiten direkt in die Tabelle eingegeben werden. Verwenden Sie im Menü **Bearbeiten** den Befehl E**infüllen**, um schnell und mühelos p- oder x-Werte in mehrere Ausgaben oder Eingaben zu kopieren.



Menü „Diagramm“

Auf dieses Menü kann durch Klicken auf das Symbol für **Diagramm** unten im Ergebnisübersichtsfenster oder durch Klicken mit der rechten Maustaste in die Tabelle zugegriffen werden. Die ausgewählten Befehle werden in der Tabelle in den ausgewählten Zeilen ausgeführt. Dadurch können Sie in Ihrem Modell schnell Diagramme von mehreren Simulationsergebnissen erstellen. Der Befehl **Automatisch** ermöglicht Ihnen, Diagramme für Verteilungen und Simulationsergebnisse zu erstellen, und zwar unter Verwendung des Standardtyps (relative Häufigkeit).

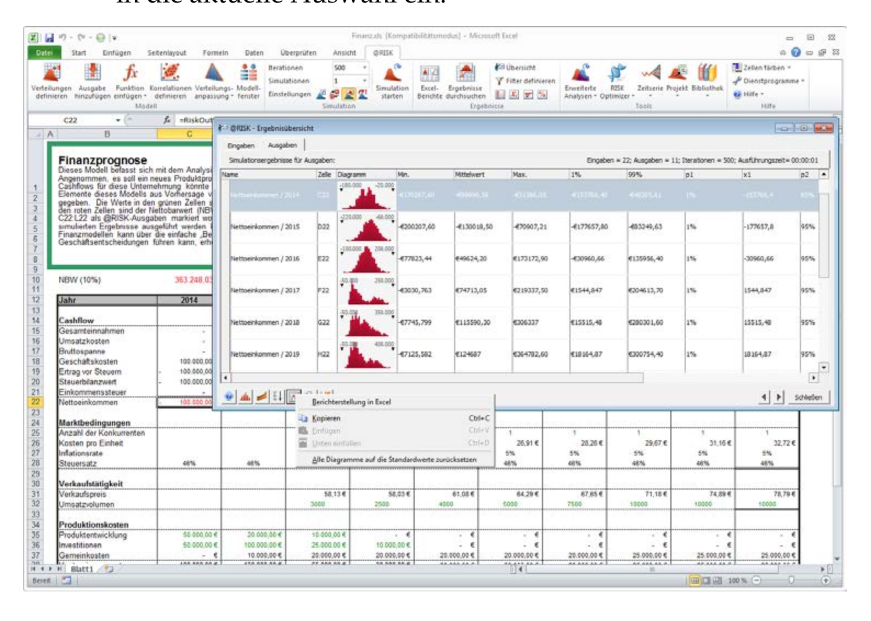


Menü „Kopieren / Berichten“

Das Fenster **@RISK – Ergebnisübersicht** kann in die Zwischenablage kopiert oder an Excel exportiert werden, und zwar mithilfe der Befehle im Menü **Kopieren/Berichten**. Auch können die Werte in der Tabelle nötigenfalls unten eingefüllt oder kopiert bzw. eingefügt werden. Das gibt Ihnen die Möglichkeit, schnell bearbeitbare p1- und x1-Werte zu kopieren.

Das Menü **Bearbeiten** enthält folgende Befehle:

- **Berichterstellung in Excel** – exportiert die Tabelle an ein neues Arbeitsblatt in Excel.
- **Auswahl kopieren** – kopiert die aktuelle Auswahl aus der Tabelle in die Zwischenablage.
- **Raster kopieren** – kopiert das gesamte Raster (nur den Text. keine Mini-Diagramme) in die Zwischenablage.
- **Einfügen, Einfüllen** – fügt oder füllt in der Tabelle die Werte in die aktuelle Auswahl ein.

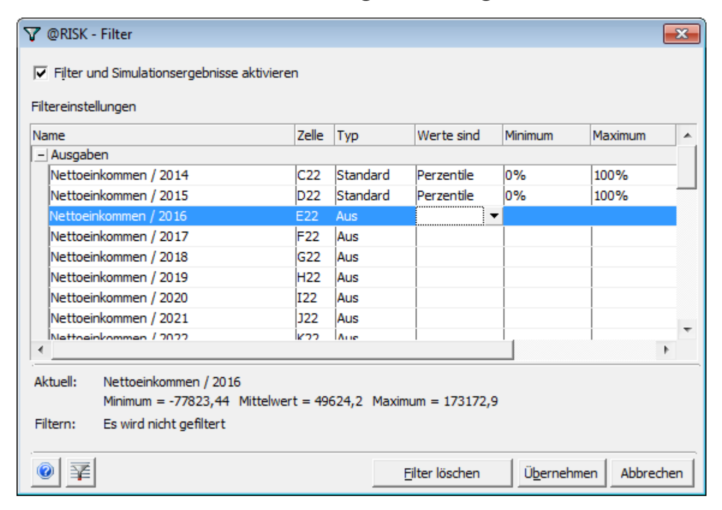


Filter definieren

Befehl „Filter definieren“

Filtert die aus Simulationsstatistikberechnungen und Diagrammen stammenden Werte

Filter können für jede ausgewählte Ausgabezelle oder für jede erhobene Eingabewahrscheinlichkeitsverteilung eingegeben werden. Die Filter ermöglichen Ihnen, unerwünschte Werte aus den durch @RISK erstellten Statistikberechnungen und Diagrammen zu entfernen. Filter werden eingegeben, indem Sie in der Symbolleiste auf das Symbol für **Filter** klicken oder aber auf das Symbol **Filter,** das im **Datenfenster** im **Simulationsergebnisdiagramm** zu sehen ist.



Ein Filter kann für jede beliebige Simulationsausgabe oder erhobene Eingabeverteilung definiert werden, und zwar wie in der Spalte **Name** der Tabelle **Filtereinstellungen** aufgelistet. Bei Eingabe eines Filters kann ein **Typ**, ein Wertetyp (**Perzentile** oder **Werte**), ein zulässiger **Minimalwert**, ein zulässiger **Maximalwert** oder ein Minimal-/Maximalbereich angegeben werden. Wenn Sie die Zeile **Minimum** oder **Maximum** leer lassen, ist der Filterbereich an einem Ende unbegrenzt. Dadurch wird ein Filter erstellt, der nur einen Maximal- oder Minimalwert hat, wie z. B. „nur Werte verarbeiten, die gleich dem oder größer als das Minimum 0 sind“.

Im Dialogfeld **Filter** sind folgende Symbole und Optionen verfügbar:

- **Nur mit Filtern versehene Ausgaben oder Eingaben zeigen** – zeigt nur solche Ausgaben oder Eingaben an, für die Filter eingegeben wurden.

- **Dieselben Filter für alle Simulationen** – Falls mehrere Simulationen ausgeführt wurden, kann über diese Option der erste für eine Eingabe oder Ausgabe eingegebene Filter auf die Ergebnisse für dieselbe Eingabe oder Ausgabe aus allen anderen Simulationen angewendet werden.
- **Übernehmen** – übernimmt, d. h., wendet die angegebenen Filter an.
- **Filter deaktivieren** – entfernt alle aktuellen Filter aus den derzeit ausgewählten Zeilen der Tabelle. Anschließend müssen Sie dann auf **Übernehmen** klicken. Um einen Filter, aber nicht den eingegebenen Filterbereich zu deaktivieren, müssen Sie den Filtertyp auf **Aus** stellen.

Folgende Filtertypen sind verfügbar:

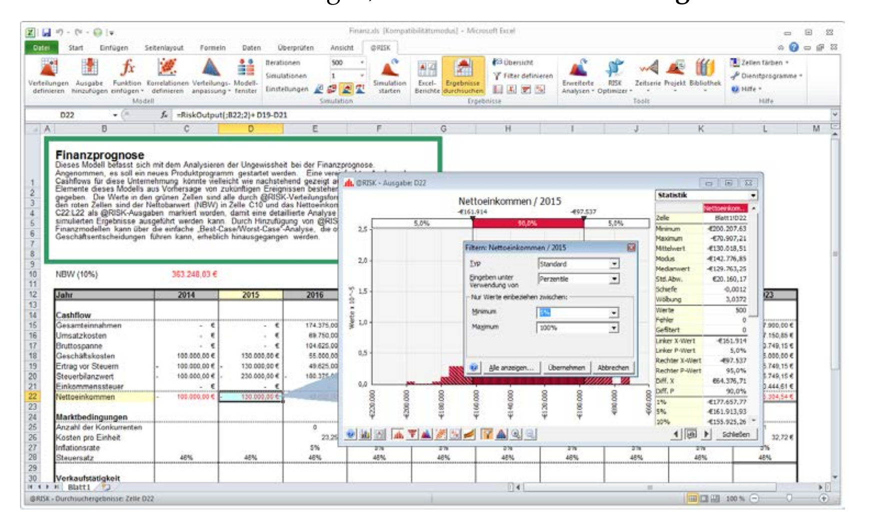
- **Standardfilter** – Dieser Filtertyp wird nur auf die Ausgabezelle oder auf die erhobene Eingabewahrscheinlichkeits-Verteilung angewandt, für die der Filter eingegeben wurde. Werte, die unter dem eingegebenen Minimum oder über dem eingegebenen Maximum liegen, werden aus den entsprechenden Statistiken, Empfindlichkeits- und Szenario-Berechnungen entfernt und erscheinen auch nicht in den Simulationsergebnis-Diagrammen.
- **Iterationsfilter** – Dieser Filtertyp wirkt sich auf alle Simulationsergebnisse aus. Bei der Verarbeitung eines globalen Iterationsfilters wendet @RISK den Filter zuerst auf die Ausgabezelle oder auf die erhobene Eingabewahrscheinlichkeits-Verteilung an, für die der Filter eingegeben wurde. Werte, die unter dem eingegebenen Minimum oder über dem eingegebenen Maximum liegen, werden aus den entsprechenden Statistiken, Empfindlichkeits- und Szenario-Berechnungen entfernt und erscheinen auch nicht in den Simulationsergebnis-Diagrammen. Anschließend werden die Iterationen, die den Ausgabe- oder Eingabebedingungen dieses Filters entsprechen, demgemäß „markiert" und dann alle anderen Ausgabezellen oder erhobenen Eingabewahrscheinlichkeits-Verteilungen dahingehend gefiltert, dass sie nur noch die in diesen Iterationen generierten Werte enthalten. Dieser Filtertyp ist besonders dann praktisch, wenn Sie Simulationsergebnisse (für alle Aus- und Eingaben) nur für solche Iterationen überprüfen wollen, die einer bestimmten Filterbedingung entsprechen, wie z.B. „Gewinn > 0".

Filtereinstellung im Diagrammfenster

Wenn Sie auf das Symbol für **Filter** klicken, das im Diagramm des Simulationsergebnisses zu sehen ist, wird ein Dialogfeld angezeigt, in dem Sie schnell einen Filter für das im Diagramm erscheinende Ergebnis einstellen können.

Bei Filtereinstellung im Diagrammfenster brauchen Sie nur den Filtertyp und den einzugebenden Wertetyp nebst Minimum-Maximum-Bereich einstellen und dann auf **Übernehmen** klicken. Daraufhin wird das Diagramm mit neuer Statistik erneut angezeigt und die Anzahl der verwendeten, nicht gefilterten Werte ist unten im Diagramm zu sehen. Wie bei allen Filtern, werden Werte, die unter dem eingegebenen Minimum oder über dem eingegebenen Maximum liegen, aus den entsprechenden Statistiken, Empfindlichkeits- und Szenario-Berechnungen entfernt und erscheinen auch nicht in den Simulationsergebnis-Diagrammen.

Wenn gewünscht, können Sie das vollständige Dialogfeld **Filter** mit allen aktiven Filtern anzeigen, indem Sie auf **Alle anzeigen** klicken.

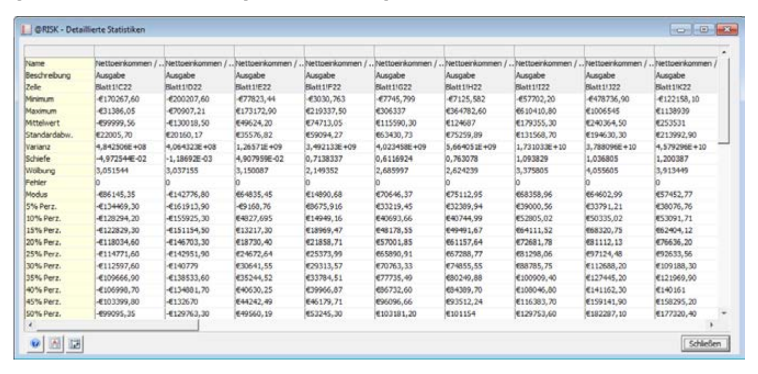


Berichtsfenster

Befehl „Detaillierte Statistiken“

Zeigt das Fenster „Detaillierte Statistiken“ an

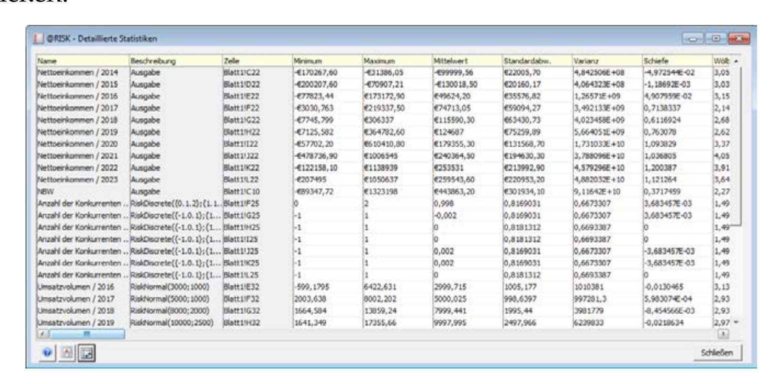
Durch Klicken auf das Symbol für **Detaillierte Statistiken** können Sie die detaillierten Statistiken über die Simulationsergebnisse für Ausgabezellen und Eingaben anzeigen.



Name	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen /
Beschreibung	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe
Zelle	Blatt1!C22	Blatt1!D22	Blatt1!E22	Blatt1!F22	Blatt1!G22	Blatt1!H22	Blatt1!I22	Blatt1!J22	Blatt1!K22
Minimum	-€170267,60	-€200207,60	-€77823,44	-€3030,763	-€7745,799	-€7125,582	-€57702,20	-€478736,90	-€122158,10
Maximum	-€31386,05	-€70907,21	€173172,90	€219337,50	€306337	€364782,60	€610410,80	€1006545	€1138939
Mittelwert	-€99999,56	-€130018,50	€49624,20	€74713,05	€115590,30	€124687	€179355,30	€240364,50	€253531
Standardabw.	€22005,70	€20160,17	€35576,82	€59094,27	€63430,73	€75259,89	€131568,70	€194630,30	€213992,90
Varianz	4,842506E+08	4,064323E+08	1,26571E+09	3,492133E+09	4,023458E+09	5,664051E+09	1,731033E+10	3,788096E+10	4,579296E+10
Schiefe	-4,972544E-02	-1,18692E-03	4,907959E-02	0,7138337	0,6116924	0,763078	1,093829	1,036805	1,200387
Wölbung	3,051544	3,037155	3,150087	2,149352	2,685997	2,624239	3,375805	4,055605	3,913449
Fehler	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Modus	-€86145,35	-€142776,80	€64835,45	€14890,68	€70646,37	€75112,95	€68358,96	€64602,99	€57452,77
5% Perz.	-€134469,30	-€161913,90	-€9160,76	€8675,916	€33219,45	€32389,94	€39000,56	€33791,21	€38076,76
10% Perz.	-€128294,20	-€155925,30	€4827,695	€14949,16	€40693,66	€40744,99	€52805,02	€50335,02	€53091,71
15% Perz.	-€122829,30	-€151154,50	€13217,30	€18969,47	€48178,55	€49491,67	€64111,52	€68320,75	€62404,12
20% Perz.	-€118034,60	-€146703,30	€18730,40	€21858,71	€57001,85	€61157,64	€72681,78	€81112,13	€76636,20
25% Perz.	-€114771,60	-€142951,90	€24672,64	€25373,99	€65890,91	€67288,77	€81298,06	€97124,48	€92633,56
30% Perz.	-€112597,60	-€140779	€30641,55	€29313,57	€70763,33	€74855,55	€88785,75	€112688,20	€109188,30
35% Perz.	-€109666,90	-€138533,60	€35244,52	€33784,51	€77735,49	€80249,88	€100909,40	€127445,20	€121969,90
40% Perz.	-€106998,70	-€134881,70	€40630,25	€39966,87	€86732,60	€84389,70	€108046,80	€141162,30	€140161
45% Perz.	-€103399,80	-€132670	€44242,49	€46179,71	€96096,66	€93512,24	€116383,70	€159141,90	€158295,20
50% Perz.	-€99095,35	-€129763,30	€49560,19	€52245,30	€102181,20	€101154	€129753,60	€182287,10	€177320,40

Das Fenster **Detaillierte Statistiken** zeigt die Statistiken an, die für alle Ausgabezellen und erhobenen Eingabeverteilungen berechnet wurden. Außerdem werden auch Perzentilwerte (in Inkrementen von 5 Perzentilen) angezeigt, zusammen mit Filterinformationen und bis zu 10 Zielwerten und Wahrscheinlichkeiten.

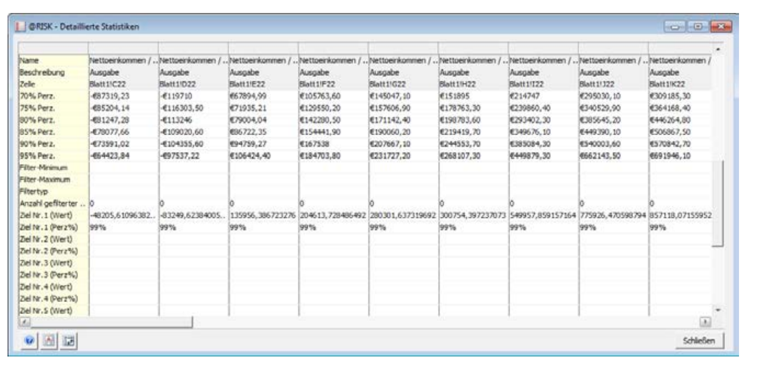
Im Fenster **Detaillierte Statistiken** kann die Statistik nötigenfalls auch zeilenweise anstatt spaltenweise angezeigt werden. Zu diesem Zweck müssen Sie unten im Fenster auf das Symbol für **Pivot-Tabelle** klicken.



Name	Beschreibung	Zelle	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.	Varianz	Schiefe	Wölt
Nettoeinkommen / 2014	Ausgabe	Blatt1!C22	-€170267,60	-€31386,05	-€99999,56	€22005,70	4,842506E+08	-4,972544E-02	3,05
Nettoeinkommen / 2015	Ausgabe	Blatt1!D22	-€200207,60	-€70907,21	-€130018,50	€20160,17	4,064323E+08	-1,18692E-03	3,03
Nettoeinkommen / 2016	Ausgabe	Blatt1!E22	-€77823,44	€173172,90	€49624,20	€35576,82	1,26571E+09	4,907959E-02	3,15
Nettoeinkommen / 2017	Ausgabe	Blatt1!F22	-€3030,763	€219337,50	€74713,05	€59094,27	3,492133E+09	0,7138337	2,14
Nettoeinkommen / 2018	Ausgabe	Blatt1!G22	-€7745,799	€306337	€115590,30	€63430,73	4,023458E+09	0,6116924	2,68
Nettoeinkommen / 2019	Ausgabe	Blatt1!H22	-€7125,582	€364782,60	€124687	€75259,89	5,664051E+09	0,763078	2,62
Nettoeinkommen / 2020	Ausgabe	Blatt1!I22	-€57702,20	€610410,80	€179355,30	€131568,70	1,731033E+10	1,093829	3,37
Nettoeinkommen / 2021	Ausgabe	Blatt1!J22	-€478736,90	€1006545	€240364,50	€194630,30	3,788096E+10	1,036805	4,05
Nettoeinkommen / 2022	Ausgabe	Blatt1!K22	-€122158,10	€1138939	€253531	€213992,90	4,579296E+10	1,200387	3,91
Nettoeinkommen / 2023	Ausgabe	Blatt1!L22	-€207495	€1050637	€259543,60	€220953,20	4,882032E+10	1,121264	3,64
NBW	Ausgabe	Blatt1!C10	-€89347,72	€1323198	€443863,20	€301934,10	9,11642E+10	0,3717459	2,27
Anzahl der Konkurrenten ..	RiskDiscrete({0.1.2};{1.1..	Blatt1!F25	0	2	0,998	0,8169031	0,6673307	3,683457E-03	1,49
Anzahl der Konkurrenten ..	RiskDiscrete({-1.0.1};{1...	Blatt1!G25	-1	1	-0,002	0,8169031	0,6673307	3,683457E-03	1,49
Anzahl der Konkurrenten ..	RiskDiscrete({-1.0.1};{1...	Blatt1!H25	-1	1	0	0,8181312	0,6693387	0	1,49
Anzahl der Konkurrenten ..	RiskDiscrete({-1.0.1};{1...	Blatt1!I25	-1	1	0	0,8181312	0,6693387	0	1,49
Anzahl der Konkurrenten ..	RiskDiscrete({-1.0.1};{1...	Blatt1!J25	-1	1	0,002	0,8169031	0,6673307	-3,683457E-03	1,49
Anzahl der Konkurrenten ..	RiskDiscrete({-1.0.1};{1...	Blatt1!K25	-1	1	0,002	0,8169031	0,6673307	-3,683457E-03	1,49
Anzahl der Konkurrenten ..	RiskDiscrete({-1.0.1};{1...	Blatt1!L25	-1	1	0	0,8181312	0,6693387	0	1,49
Umsatzvolumen / 2016	RiskNormal(3000;1000)	Blatt1!E32	-599,1795	6422,631	2999,715	1005,177	1010381	-0,0130465	3,13
Umsatzvolumen / 2017	RiskNormal(5000;1000)	Blatt1!F32	2003,638	8002,202	5000,025	998,6397	997281,3	5,983074E-04	2,93
Umsatzvolumen / 2018	RiskNormal(8000;2000)	Blatt1!G32	1664,584	13859,24	7999,441	1995,44	3981779	-8,454566E-03	2,93
Umsatzvolumen / 2019	RiskNormal(10000;2500)	Blatt1!H32	1641,349	17355,66	9997,995	2497,966	6239833	-0,0218634	2,97

Eingabe von Zielwerten in das Fenster „Detaillierte Statistiken“

In @RISK können Ziele für jedes beliebige Simulationsergebnis berechnet werden, d. h. entweder eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für eine Ausgabezelle oder eine Verteilung für eine erhobene Eingabeverteilung. Durch diese Ziele wird identifiziert, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass ein bestimmtes Resultat oder der einem gewissen Wahrscheinlichkeitsniveau zugeordnete Wert erreicht wird. In den Zieleingabebereich unten im Fenster **Detaillierte Statistiken** (oder rechts im Fenster, wenn Pivot-Tabelle) können entweder Werte oder Wahrscheinlichkeiten eingegeben werden.


@RISK - Detaillierte Statistiken

Name	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen / ..	Nettoeinkommen /
Beschreibung	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe	Ausgabe
Zelle	Blatt1!C22	Blatt1!D22	Blatt1!E22	Blatt1!F22	Blatt1!G22	Blatt1!H22	Blatt1!I22	Blatt1!J22	Blatt1!K22
70% Perz.	-€87319,23	-€119710	€67894,99	€105763,60	€145047,10	€151895	€214747	€295030,10	€309185,30
75% Perz.	-€85204,14	-€116303,50	€71935,21	€129550,20	€157606,90	€178763,30	€239860,40	€340529,90	€364168,40
80% Perz.	-€81247,28	-€113246	€79004,04	€142280,50	€171142,40	€198783,60	€293402,30	€385645,20	€446264,80
85% Perz.	-€78077,66	-€109020,60	€86722,35	€154441,90	€190060,20	€219419,70	€349676,10	€449390,10	€506867,50
90% Perz.	-€73591,02	-€104355,60	€94759,27	€167538	€207667,10	€244553,70	€385084,30	€540003,60	€570842,70
95% Perz.	-€64423,84	-€97537,22	€106424,40	€184703,80	€231727,20	€268107,30	€449879,30	€662143,50	€691946,10
Filter-Minimum									
Filter-Maximum									
Filtertyp									
Anzahl gefilterter ..	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ziel Nr.1 (Wert)	-48205,61096382..	-83249,62384005..	135956,386723276	204613,728486492	280301,637319692	300754,397237073	549957,859157164	775926,470598794	857118,07155952
Ziel Nr.1 (Perz%)	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
Ziel Nr.2 (Wert)									
Ziel Nr.2 (Perz%)									
Ziel Nr.3 (Wert)									
Ziel Nr.3 (Perz%)									
Ziel Nr.4 (Wert)									
Ziel Nr.4 (Perz%)									
Ziel Nr.5 (Wert)									

Schließen

Der Zieleingabebereich kann eingesehen werden, indem Sie das Fenster für detaillierte Statistiken bis zu den Zellen unterhalb der Perzentil-Werte durchlaufen lassen. Sobald Sie einen Wert eingeben, berechnet RISK die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Wert auftreten wird, der kleiner als oder gleich dem eingegebenen Wert ist. Wird dagegen im @RISK-Standardmenü die Option **Kumulativ absteigende Perzentile anzeigen** gewählt, wird die Zielwahrscheinlichkeit als den eingegebenen Zielwert übertreffend angezeigt.

Bei Eingabe einer Wahrscheinlichkeit berechnet @RISK den Wert in der Verteilung, deren Summenwahrscheinlichkeit der eingegebenen Wahrscheinlichkeit entspricht.

Über den Befehl **Anwendungseinstellungen** im Menü **Dienstprogramme** können die im Fenster **Detaillierte Statistiken** angezeigten standardmäßigen Zielperzentile eingestellt werden.

Ein diesbezügliches Beispiel wird mit den 99% gegeben, die im vorstehenden Fenster **Detaillierte Statistiken** als Ziel für die einzelnen Ausgabezellen eingegeben worden sind. Zum Kopieren von Zielen gehen Sie wie folgt vor:

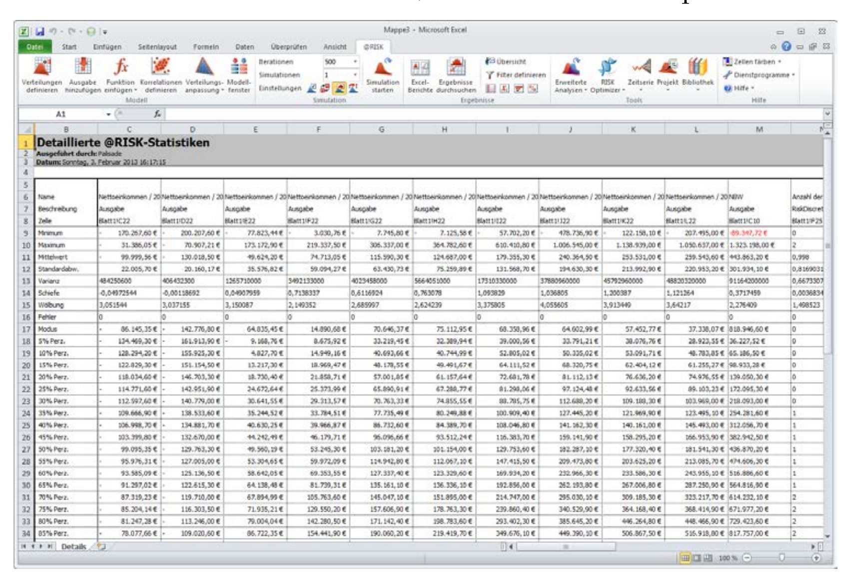
1) Geben Sie den gewünschten Zielwert oder die gewünschte Wahrscheinlichkeit in den Zielzeilen des Fensters **Detaillierte Statistiken** in die betreffende Zelle ein.

2) Markieren Sie einen Zellbereich quer über die Zeile, die sich neben dem eingegebenen Wert befindet, indem Sie den Wert mittels Maus über den Bereich ziehen.

3) Klicken Sie mit der rechten Maustaste und wählen Sie den Befehl **Rechts einfüllen** aus dem Menü **Bearbeiten**. Daraufhin wird das gleiche Ziel für alle Simulationsergebnisse im markierten Bereich berechnet.

Berichterstellung in Excel

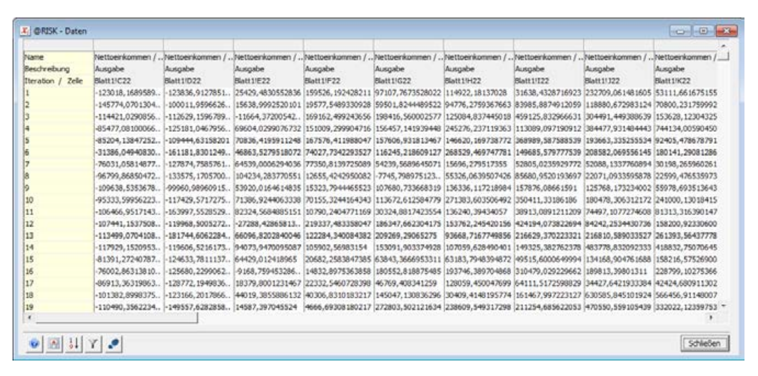
Das Fenster **Detaillierte Statistiken** kann genauso wie andere @RISK-Berichtsfenster an ein Excel-Arbeitsblatt exportiert werden. Klicken Sie unten im Fenster auf das Symbol für **Kopieren/Berichten** und wählen Sie dann **Berichte in Excel**, um das Fenster zu exportieren.



Befehl „Daten“

Zeigt das Fenster „Daten“ an

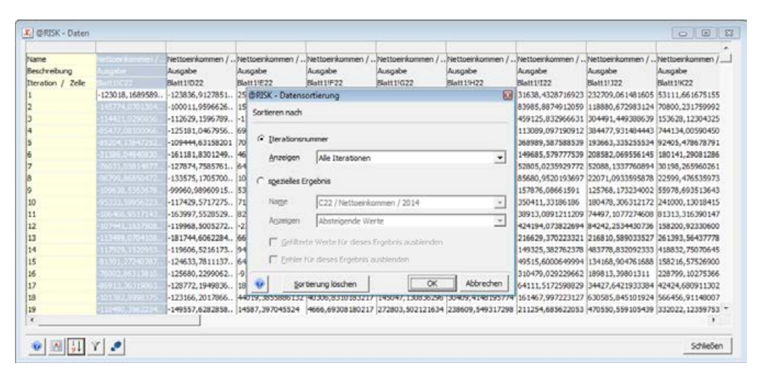
Durch Klicken auf das Symbol für **Daten** können die Datenwerte angezeigt werden, die für Ausgabezellen und erhobene Eingabeverteilungen berechnet wurden. Durch die Simulation wird ein neuer Datensatz für jede Simulationsiteration generiert. Während der einzelnen Iterationen wird aus jeder Eingabeverteilung ein Wert erhoben und für jede Ausgabezelle ein Wert berechnet. Im Fenster **Daten** werden die Simulationsdaten in einem Arbeitsblatt angezeigt, in dem sie weiter analysiert oder zur weiteren Analyse an eine andere Anwendung exportiert werden können. Das geschieht über die Befehle, auf die über das Symbol für **Bearbeiten** zugegriffen werden kann.



Daten werden nach Iterationen geordnet angezeigt, und zwar für jede Ausgabezelle und für jede Eingabeverteilung, aus der Werteproben erhoben wurden. Wenn Sie sich eine Zeile im Fenster **Daten** genau ansehen, können Sie feststellen, welche Kombination von Eingabewerteproben zu den angezeigten Ausgabewerten in einer gegebenen Iteration geführt hat.

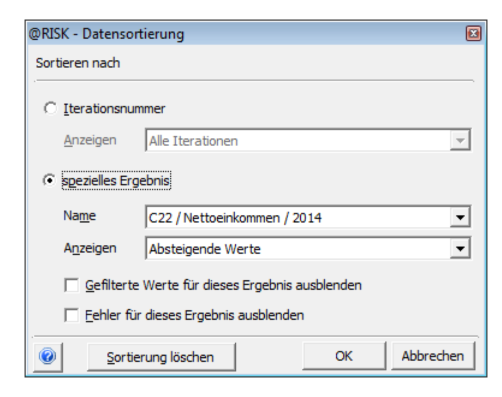
Sortierung im Datenfenster

Daten aus einer Simulation können sortiert werden, um die für Sie interessanten Schlüsselwerte anzuzeigen. Sie könnten z. B. so sortieren, dass besonders Iterationen angezeigt werden, in denen ein Fehler aufgetreten ist. Auch können die Werte eines Ergebnisses absteigend oder aufsteigend sortiert angezeigt werden. Des Weiteren ist es möglich, gefilterte Werte oder Fehler auszublenden. Das Sortieren kann mit den Iterationsschritten kombiniert werden, um Excel in jeder beliebigen Iteration auf die Werte einzustellen, an denen Sie interessiert sind.



Dialogfeld „Datensortierung“

Über das Dialogfeld **Datensortierung** wird gesteuert, wie im Datenfenster sortiert wird.



Unter **Sortieren nach** sind folgende Optionen verfügbar:

- **Iterationsnummer** – Über diese Option können **Alle Iterationen** (Standardeinstellung), **Iterationen mit Fehlern** oder nur **Nach Filteranwendung verbleibende Iterationen** angezeigt werden. Weitere Informationen über Iterationsfilter sind in diesem Kapitel unter **Befehl „Filter“** zu finden. Die Option **Iterationen mit Fehlern** ist auch für die Fehlersuche in einem Modell sehr nützlich. In diesem Fall müssen Sie erst die Iterationen mit Fehlern heraussortieren. Dann den Befehl **Iterationsschritt** verwenden, um Excel auf die für diese Iterationen berechneten Werte einzustellen. Anschließend müssen Sie in Excel durch Ihre Arbeitsmappe gehen, um zu sehen, was im Modell zu diesem Fehler führte.

- **Speziellem Ergebnis** – Jede Spalte im Datenfenster (die die Daten einer Ausgabe oder Eingabe in der Simulation darstellt) kann in diesem Fall einzeln sortiert werden. Verwenden Sie diese Option, um die höchsten oder geringsten Werte eines Ergebnisses anzuzeigen. Durch Auswahl von **Gefilterte Werte bei diesem Ergebnis ausblenden** oder **Fehlerhafte Werte bei diesem Ergebnis ausblenden** werden alle Iterationen ausgeblendet, in denen das ausgewählte Ergebnis einen Fehler oder gefilterten Wert enthält.

Iterationsschritt

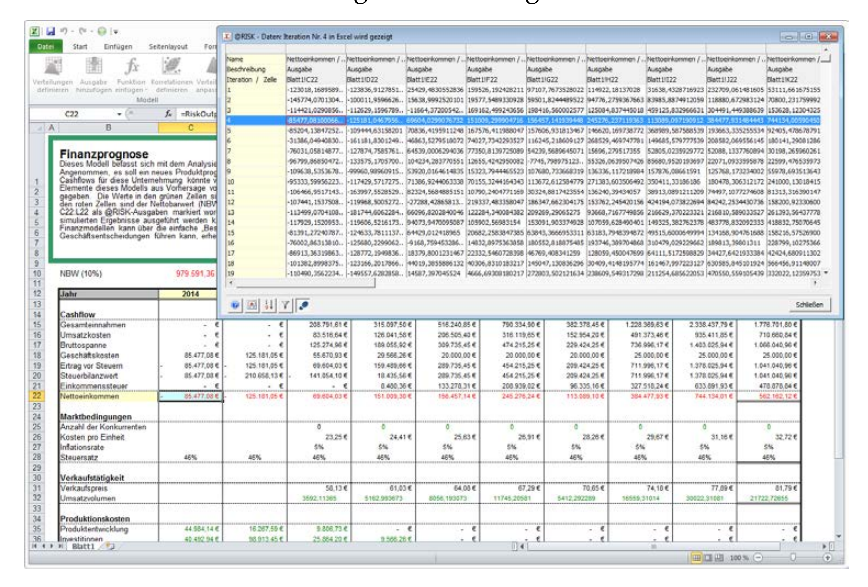
Es kann schrittweise durch die im Datenfenster angezeigten Iterationen gegangen werden, um Excel mit den Werten zu aktualisieren, die während der Simulation erhoben und berechnet wurden. Dies ist zur Ermittlung von Iterationen nützlich, die Fehler enthalten oder zu bestimmten Ausgabeszenarien geführt haben.

So können Sie schrittweise durch die Iterationen gehen:

1) Klicken Sie unten im Datenfenster auf das Symbol für **Iterationsschritt.**

2) Klicken Sie im Datenfenster auf die Zeile, die die Iteration enthält, mit deren Werten Excel aktualisiert werden soll. Die erhobenen Werte für alle Eingaben der betreffenden Iteration werden dann in Excel platziert und die Arbeitsmappe wird entsprechend neu berechnet.

3) Wenn Sie im Datenfenster auf die Zelle klicken, die den Wert einer Iterationsausgabe oder -eingabe enthält, wird dadurch die betreffende Ausgabe- oder Eingabezelle in Excel markiert.

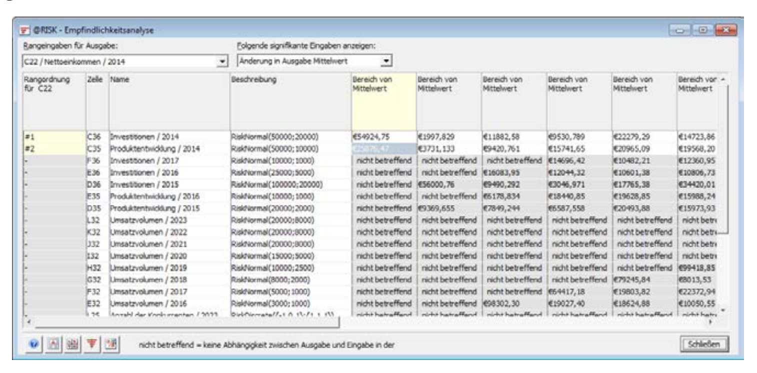


Hinweis: Falls Ihre Excel-Arbeitsmappe seit Ausführung der Simulation geändert wurde, stimmen die durch die Simulation berechneten Iterationswerte evtl. nicht mehr mit den während des Iterationsschritts berechneten Werten überein. Sollte das passieren, wird der Fehler in der Titelleiste des Datenfensters gemeldet.

Befehl „Empfindlichkeiten“

Zeigt das Fenster „Empfindlichkeitsanalyse“ an

Durch Klicken auf das Symbol für **Empfindlichkeitsanalyse** werden die Empfindlichkeitsanalysenergebnisse für Ausgabezellen angezeigt. Diese Ergebnisse zeigen Ihnen die Empfindlichkeit der einzelnen Ausgabevariablen im Verhältnis zu den entsprechenden Eingabevariablen.



Bei Durchführung einer Empfindlichkeitsanalyse für die Ausgabevariablen und die zugeordneten Eingaben wird entweder eine Änderung in der Ausgabestatistiksanalyse, eine schrittweise Regressionsanalyse für mehrere Merkmalsvariablen oder eine Rangkorrelations-Analyse verwendet. Die im Modell angegebenen Eingabeverteilungen sind rangmäßig nach ihrer Auswirkung auf die Ausgabe angeordnet, deren Name im Dropdown-Listenfeld **Rangeingaben für Ausgaben** ausgewählt wurde. Der in der Tabelle angezeigte Datentyp – **Änderung in Ausgabestatistik, Regression (Koeffizienten), Regression (zugeordnete Werte), Korrelation (Koeffizienten)** oder **Regression und Korrelation (Koeffizienten)** – wird im Dropdown-Listenfeld **Folgende signifikante Eingaben anzeigen** ausgewählt. Klicken Sie auf das Symbol für **Tornado-Diagramm**, um ein Tornado-Diagramm für die Werte in der gewählten Spalte anzuzeigen.

> ***Hinweis: Durch Klicken auf eine Spaltenüberschrift werden in der ausgewählten Spalte die Eingaben für die Ausgabe rangmäßig angeordnet.***

Smarte Empfindlichkeitsanalyse

Standardmäßig verwendet @RISK eine smarte Empfindlichkeitsanalyse, indem Eingaben basierend auf ihrem Vorrang in den Ausgabeformeln vorgefiltert werden. Eingaben in Formeln, die über die Modellformeln mit keiner Ausgabezelle verknüpft sind, werden aus der Empfindlichkeitsanalyse entfernt, um Fehlergebnisse zu vermeiden. Im Fenster **Empfindlichkeitsanalyse** werden diese beziehungslosen Eingaben mit einem **n/a** (nicht betreffend) angezeigt.

Smarte Empfindlichkeitsanalyse ist erforderlich, weil Simulationsdaten möglicherweise eine Korrelation zwischen einer Eingabe und einer Ausgabe zeigen können, wenn in Realität die Eingabe im Modell überhaupt keine Auswirkung auf die Ausgabe hat. Ohne **Smarte Empfindlichkeitsanalyse** könnten evtl. im Tornado-Diagramm Balken für solche beziehungslosen Eingaben angezeigt werden.

In seltenen Fällen sollten Sie vielleicht die smarte Empfindlichkeitsanalyse im Dialogfeld **Simulationseinstellungen** über die Registerkarte **Probenerhebung** deaktivieren, um die Leistung und die Ergebnisse der Empfindlichkeitsanalyse zu verbessern.

1) Wegen der durch die smarte Empfindlichkeitsanalyse verursachte Einrichtungszeit für das Scannen von Vorgängerzellen bei Start der Simulation wird die Ausführungszeit bei sehr große Modellen erheblich verlängert, ohne dass Sie sich eigentlich Sorgen machen müssten, irgendwelche Empfindlichkeitsanalysenergebnisse (oder Tornado-Diagrammbalken) für Eingaben zu sehen, die nicht zu den Ausgaben in Beziehung stehen.

2) Sie verwenden einfach ein Makro oder eine DLL, durch das/die dann die Berechnungen mithilfe von @RISK-Eingabewerten in Zellen vorgenommen werden, die nicht über die in Ihrer Arbeitsmappe befindlichen Formeln mit den Ausgaben in Beziehung stehen. Dieses Makro oder diese DLL gibt dann an die Zelle ein Ergebnis zurück, das zur Berechnung des Ausgabenwertes verwendet wird. Mit anderen Worten, in diesem Fall besteht in den in Ihrer Arbeitsmappe befindlichen Formeln keine Beziehung zwischen der Ausgabe und den @RISK-Verteilungen. Die smarte Empfindlichkeitsanalyse sollte in dieser Situation deaktiviert werden. Um solche Situationen von vornherein zu vermeiden, sollten Sie Makrofunktionen (UDFs) erstellen, die ausdrücklich auf alle verwendeten Eingabezellen in den betreffenden Argumentlisten verweisen.

In früheren @RISK-Versionen war keine smarte Empfindlichkeitsanalyse vorhanden. Dies entspricht der Einstellung **Einstellungen > Simulationseinstellungen > Smarte Empfindlichkeitsanalyse deaktiviert.**

Änderung in Ausgabestatistiks-analyse

Bei der Änderung in der Ausgabestatistik werden die Proben für eine Eingabe in einem Satz von gleich großen Bins oder „Szenarien" gruppiert, die vom geringsten bis zum höchsten Wert der Eingabe angeordnet sind. Ein Wert für eine Ausgabestatistik (wie z. B. der Mittelwert) wird für die Ausgabewerte in den mit den einzelnen Bins verbundenen Iterationen berechnet. Eingaben werden nach der Plus-/Minus-Schwankung angeordnet, die dadurch in der Ausgabestatistik verursacht wurde.

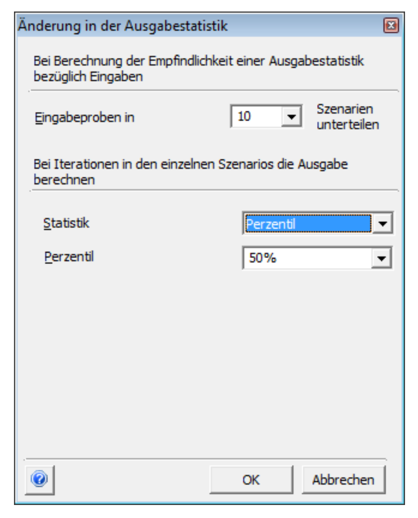
Diese Analyse ist ähnlich der Szenario-Analyse, aber anstelle von Ausgabe-Szenarien werden Eingabe-Szenarien verwendet. Bezüglich Änderungen in der Ausgabestatistiksanalyse:

1) @RISK ordnet alle Iterationen in der betreffenden Eingabe nach aufsteigenden Werten. @RISK unterteilt diese geordneten Iterationen dann in 10 Bins. Bei den insgesamt 2500 Iterationen enthält das erste Bin die 250 Iterationen mit den 250 niedrigsten Werten dieser Eingabe. Das zweite Bin enthält die 250 Iterationen mit den Werten, die an 251. bis 500. Stelle stehen, und so weiter bis zum letzten Bin, das die Iterationen mit den 250 höchsten Werte dieser Eingabe enthält.
2) Hinweis:Alle Bins enthalten die gleiche Anzahl an Iterationen. Bei einer Gleichverteilung bedeutet das normalerweise, dass alle Bins die gleiche Breite haben. Bei den meisten Verteilungen sind die Bins jedoch von verschiedener Breite, obwohl die Anzahl der darin befindlichen Iterationen jeweils gleich ist. Man kann das auch anders ausdrücken und sagen, dass die Bins die gleiche Wahrscheinlichkeit und die gleiche Anzahl an Iterationen, aber wahrscheinlich nicht die gleiche Breite haben, da die Verteilungsformen oft unterschiedlich sind.@RISK berechnet den Mittelwert der Ausgabewerte (oder irgendeine andere ausgewählte Statistik) innerhalb der einzelnen Bins.@RISK betrachtet anschließend die zehn Ausgabemittelwerte (oder die anderen gewählten Statistiken) in den zehn Bins. Der niedrigste der zehn Ausgabemittelwerte ist dann die Zahl, die ganz links in der Leiste des Tornado-Diagramms für diese Eingabe zu sehen ist. Der höchste der zehn Ausgabemittelwerte erscheint dagegen ganz rechts in der Leiste.

Mit anderen Worten, die Eingaben werden erst in aufsteigender Folge sortiert und in dieser Reihenfolge in die Bins eingegeben. Anschließend wird dann jeweils ein Ausgabemittelwert für die Iterationen in den einzelnen Bins berechnet.

Im Empfindlichkeitsfenster werden die Eingaben je nach Statistikwert für das Bin angeordnet, und zwar vom höchsten bis zum geringsten Statistikwert.

Die Statistik, die für die Ausgabe in dieser Analyse berechnet wird, kann durch Sie gesteuert werden, und auch die Anzahl der gleich großen Bins, in die jede Eingabe unterteilt wird. Dieser Vorgang wird im Dialogfeld **Änderungen in den Einstellungen der Ausgabestatistik** ausgeführt.



Für die Statistik einer Ausgabe kann der Mittelwert, Modus oder auch ein Perzentilwert verwendet werden. Die Anzahl der Iterationen in jedem Szenario oder Bin wird dadurch bestimmt, dass die Gesamtanzahl der Iterationen durch die Anzahl der Bins dividiert wird. Mit anderen Worten, bei 1000 Iterationen und 10 Bins würde die Ausgabestatistik für jedes Bin unter Verwendung von 100 Werten berechnet. Wenn nur wenige Iterationen ausgeführt werden, ist die Anzahl von Werten in jedem Bin begrenzt und Ihre Ergebnisse werden daher in solchem Fall instabil sein.

Sie können die Anzahl der angezeigten Leisten begrenzen, indem Sie die Einstellung **Perz%** oder **Aktuell** für die Option **Nur Eingaben anzeigen, die Statistik um folgenden Wert ändern** verwenden. Dadurch werden die Leisten für Eingaben entfernt, die nur geringe Auswirkung auf die Ausgabestatistik haben. Auch können einzelne Leisten dadurch aus dem Tornado-Diagramm entfernt werden, dass Sie mit der rechten Maustaste auf die betreffende Leiste klicken und dann **Leiste ausblenden** wählen.

Die Option **Basiswert** ermöglicht Ihnen, im Tornado-Diagramm den als Basislinie zu verwendenden Wert einzustellen. Standardmäßig wird als Basislinie der Wert **Gesamtstatistik** oder der Wert für die Ausgabestatistik verwendet, der in der Simulation unter Einbeziehung aller Iterationen berechnet wurde. Wenn es sich bei der ausgewählten Ausgabestatistik um **Mittelwert** oder **Modus** handelt, können Sie die Basislinie auch auf **Zellwert** einstellen oder auf den deterministischen Wert aus der Ausgabezelle vor der Simulation.

Regression und Korrelation

Für die Berechnung der Empfindlichkeitsanalysenergebnisse können zwei Methoden auch verwendet werden: **Schrittweise Regression für mehrere Merkmalsvariablen** und **Rangkorrelation**.

Regression ist einfach ein anderer Ausdruck für die Datenanpassung bei einer theoretischen Gleichung. Bei der linearen Regression werden die Eingabedaten einer Zeile angepasst. Vielleicht haben Sie schon einmal von der Methode der kleinsten Quadrate gehört, bei der es sich um eine Art von linearer Regression handelt.

Bei einer mehrfachen Regression wird versucht, mehrere Eingabedatensätze einer planeren Gleichung anzupassen, aus der evtl. der Ausgabedatensatz generiert werden kann. @RISK gibt dann Empfindlichkeitswerte zurück, bei denen es sich um normierte Variationen der Regressions-Koeffizienten handelt.

Was ist schrittweise Regression für mehrere Merkmalsvariablen?

Schrittweise Regression ist eine Methode, durch die Regressionswerte, die mehrere Eingabewerte enthalten, berechnet werden können. Es gibt zwar auch andere Methoden für die Berechnung von Mehrfachregressionen, aber die schrittweise Regression ist für eine große Anzahl von Eingaben die beste, da durch diese Methode alle Variablen aus dem Modell entfernt werden, die keinen wesentlichen Beitrag leisten.

Bei den im @RISK-Empfindlichkeitsbericht aufgelisteten Koeffizienten handelt es sich um die den einzelnen Eingaben zugeordneten normierten Regressions-Koeffizienten. Ein Regressionswert von 0 kennzeichnet z. B., dass keine signifikante Beziehung zwischen Eingabe und Ausgabe besteht, während ein Regressionswert von 1 oder -1 auf eine Änderung von 1 oder -1 in der Standardabweichung für die Ausgabe oder auf eine Änderung von 1 in der Standardabweichung für die Eingabe hinweist.

Der oben in der Spalte angezeigte $\mathbf{R^2}$-Wert ist einfach eine Messung der prozentualen Variation, die durch die lineare Beziehung zum Ausdruck kommt. Falls dieser Wert unter ~ 60% liegt, wird die Beziehung zwischen den Eingaben und Ausgaben durch die lineare Regression nicht ausreichend zum Ausdruck gebracht. In diesem Fall sollte dann eine andere Analysenmethode benutzt werden.

Selbst wenn die Empfindlichkeitsanalyse einen hohen $\mathbf{R^2}$-Wert anzeigt, sollten Sie die Ergebnisse aber trotzdem auf ihre Glaubwürdigkeit hin überprüfen. Sie sollten z. B. prüfen, ob irgendwelche Koeffizienten eine unerwartete Größenordnung oder ein unerwartetes Vorzeichen haben.

Was sind zugeordnete Werte?

Bei zugeordneten Werten handelt es sich einfach um eine Umformung des Regressions-Beta-Koeffizienten in die aktuellen Werte. Durch den Beta-Koeffizienten ist zu erkennen, um wie viele Standardabweichungen sich die Ausgabe ändert, wenn die Eingabe um genau eine Standardabweichung geändert wird und alle anderen Variablen konstant bleiben.

Was ist Korrelation?

Korrelation ist eine quantitative Messung der Beziehungsstärke zwischen zwei Variablen. Am gebräuchlichsten ist die lineare Korrelation, durch welche die lineare Beziehung zwischen zwei Variablen gemessen wird.

Die durch @RISK zurückgegebene Rangkorrelation kann zwischen -1 und 1 liegen. Ein Wert von 0 bedeutet, dass keine Korrelation zwischen den Variablen besteht und sie somit unabhängig voneinander sind. Ein Wert von 1 zeigt dagegen eine völlig positive Korrelation zwischen zwei Variablen an, d. h. wenn hier ein „hoher" Eingabewert erhoben wird, muss die Werteprobe für die Ausgabe ebenfalls „hoch" sein. Ein Wert von -1 zeigt dagegen eine völlig inverse Korrelation zwischen zwei Variablen an, d. h. wenn hier ein „hoher" Eingabewert erhoben wird, muss der Ausgabewert „niedrig" sein. Andere Korrelationswerte können evtl. eine teilweise Korrelation anzeigen, d. h. die Ausgabe wird zwar durch die Änderungen in der ausgewählten Eingabe beeinflusst, kann aber auch noch durch andere Variablen beeinflusst werden.

Was ist Rangkorrelation?

Durch die Rangkorrelation wird die Beziehung zwischen zwei Datensätzen berechnet, indem der Rang der einzelnen Datensatzwerte verglichen wird. Zum Zwecke der Rangberechnung werden die Daten in der Reihenfolge „völlig unwichtig“ bis „sehr wichtig“ angeordnet und erhalten dann Nummern (Ränge), die der jeweiligen Position in der Rangordnung entsprechen.

Diese Methode wird der linearen Korrelation vorgezogen, wenn die Verteilungsfunktionen, durch welche die Daten erhoben wurden, nicht genau bekannt sind. Wenn es sich z. B. bei Datensatz A um eine Normal- und bei Datensatz B um eine Log-Normalverteilung handelt, würde durch die Rangkorrelation eine bessere Darstellung der Beziehung zwischen den beiden Datensätzen erreicht.

Welche Methode ist besser?

Welche Empfindlichkeitsmessung ist also am besten für Sie? In den meisten Fällen ist die Regressionsanalyse vorzuziehen. Die Feststellung **Korrelation bedeutet nicht unbedingt Kausalität** ist sehr zutreffend, da eine mit einer Ausgabe korrelierte Eingabe vielleicht kaum Auswirkung auf die Ausgabe hat.

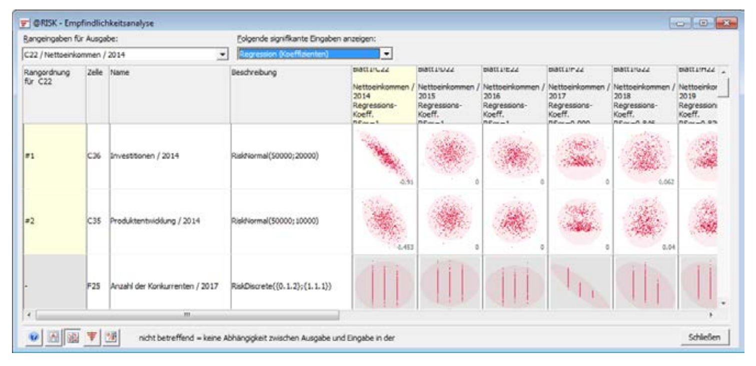
Wenn jedoch der durch die schrittweise Regression berichtete $\mathbf{R^2}$-Wert niedrig ist, können Sie annehmen, dass die Beziehung zwischen den Eingabe- und Ausgabevariablen nicht linear ist. In diesem Fall sollten Sie die Rangkorrelations-Analyse zum Ermitteln der Empfindlichkeit im Modell verwenden.

Wenn der durch die schrittweise Regression berichtete $\mathbf{R^2}$-Wert jedoch hoch ist, kann leicht angenommen werden, dass die Beziehung linear ist. Wie bereits erwähnt, sollten Sie jedoch immer nachprüfen, dass die Regressionsvariablen auch realistisch sind. Es könnte z. B. angehen, dass in @RISK durch die Regressionsanalyse eine signifikante positive Beziehung zwischen zwei Variablen berichtet wird, während die Rangordnungsanalyse eine signifikante negative Korrelation für die gleichen Variablen anzeigt. Das nennt man Multikollineation.

Multikollineation tritt dann auf, wenn in einem Modell unabhängige Variablen sowohl miteinander als auch mit der Ausgabe in Korrelation stehen. Leider ist dieses Problem nicht einfach zu lösen, aber Sie sollten versuchen, die Variable, welche die Multikollineation hervorruft, irgendwie aus der Empfindlichkeitsanalyse zu entfernen.

Anzeige einer Punktdiagramm-Matrix

Die Ergebnisse einer Empfindlichkeitsanalyse können in einer **Punktdiagramm-Matrix** angezeigt werden. Ein Punktdiagramm ist ein x-y-Diagramm, aus dem der erhobene Eingabewert im Vergleich zum berechneten Ausgabewert für jede Simulationsiteration hervorgeht. In der Punktdiagramm-Matrix werden Empfindlichkeitsanalysenergebnisse in Rangordnung mithilfe von Punktdiagrammen angezeigt. Um die Punktdiagramm-Matrix anzuzeigen, müssen Sie unten links im **Empfindlichkeitsfenster** auf das Symbol für **Punktdiagramm** klicken.

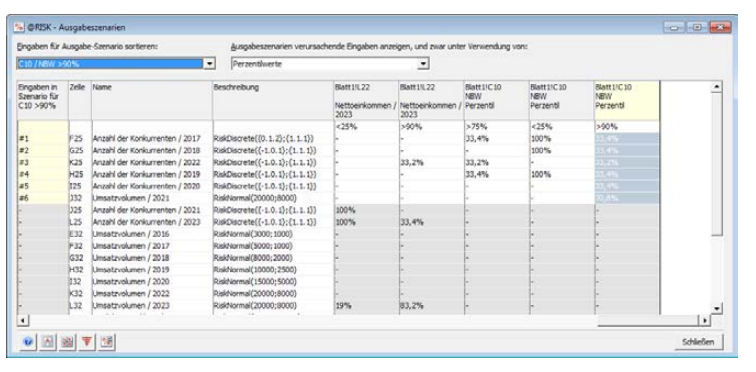


Über Drag & Drop kann ein Mini-Punktdiagramm aus der Punktdiagramm-Matrix gezogen und in voller Größe in einem Diagrammfenster angezeigt werden. Auch können Punktdiagrammüberlagerungen erstellt werden, indem Sie zusätzliche Mini-Punktdiagramme aus der Matrix auf ein bereits vorhandenes Punktdiagramm ziehen.

Befehl „Szenarien“

Zeigt das Fenster „Szenario-Analyse“ an

Durch Klicken auf das Symbol für **Szenarien** werden die Szenario-Analysenergebnisse für Ausgabezellen angezeigt. Für jede Ausgabevariable können bis zu drei Szenarien eingegeben werden. Die Szenarien werden in der obersten Zeile des Fensters **Szenario-Analyse** oder in dem Abschnitt **Szenarien** des Fensters **Detaillierte Statistiken** angezeigt. Die Ziele, denen stets der Operator > oder < vorangestellt wird, können in Form von Perzentilen oder aktuellen Werten angegeben werden.



Was ist eine Szenario-Analyse?

Mithilfe der Szenario-Analyse können Sie herausfinden, welche Eingabevariablen wesentlich zur Erreichung eines Zieles beitragen. Welche Variablen tragen beispielsweise zu außergewöhnlich hohen Umsätzen bei? Oder welche Variablen tragen zu schlechten Gewinnen unter 1.000.000 € bei?

@RISK ermöglicht Ihnen, Ziel-Szenarien für die einzelnen Ausgaben zu definieren. Vielleicht sind Sie am höchsten Quartil der Werte in der Ausgabe **Gesamtumsatz** interessiert oder am Wert für **unter 1 Million** in der Ausgabe **Nettogewinne**. Sie können diese Werte direkt in die Zeile **Szenarien** des Fensters **Szenario-Analyse** eingeben, um diese Situationen näher zu betrachten.

Wenn Sie ein solches Fenster anzeigen, sieht sich @RISK die durch die @RISK-Simulation erstellten Daten genauer an. Für jede Ausgabe werden dann die folgenden Schritte ausgeführt:

1) Es werden für die gesamte Simulation der Medianwert und die Standardabweichung der Werteproben bei den einzelnen Eingabeverteilungen berechnet.

2) Es wird eine „Untermenge“ erstellt, in der nur die Iterationen enthalten sind, in denen die Ausgabe das definierte Ziel erreicht.

3) Es wird der Medianwert der einzelnen Eingaben für die Datenuntermenge berechnet.

4) Für jede Eingabe wird der Unterschied zwischen dem Simulations-Medianwert (aus Schritt 1) und dem Untermengen-Medianwert (aus Schritt 3) berechnet und dann mit der Standardabweichung der Eingabedaten (aus Schritt 1) verglichen. Wenn der absolute Differenzwert zwischen den Medianwerten größer als 1/2 Standardabweichung ist, wird die Eingabe als „signifikant“ angesehen. Andernfalls wird die Eingabe bei der Szenario-Analyse einfach ignoriert.

5) Die einzelnen signifikanten Eingaben (aus Schritt 4) werden im Szenario-Bericht aufgelistet.

Auswertung der Ergebnisse

Wie Ihnen bereits aus der vorstehenden Erklärung bekannt ist, werden im Szenario-Bericht alle Eingabevariablen aufgelistet, die für die Erreichung des definierten Zieles einer Ausgabevariablen „signifikant“ sind. Aber was genau bedeutet das?

Vielleicht zeigt @RISK an, dass die Eingabe „Einzelhandelspreis“ im Zusammenhang mit dem höchsten Quartil von „Gesamtumsatz“ sehr „signifikant“ ist. Das sagt Ihnen dann, dass bei einem hohen Wert für „Gesamtumsatz“ der Medianwert für „Einzelhandelspreis“ erheblich von dem Einzelhandelspreis-Medianwert der gesamten Simulation abweicht.

In einem @RISK-Szenario werden für jede signifikante Eingabeverteilung drei Statistiken berechnet, und zwar wie folgt:

- **Tatsächlicher Medianwert der Werteproben in zielentsprechenden Iterationen** Dies ist der Medianwert der Iterations-Untermenge für die ausgewählte Eingabe (wie vorstehend in Schritt 3 berechnet). Sie können das mit dem Medianwert der ausgewählten Ausgabe für die ganze Simulation vergleichen (d. h. mit dem im Statistikbericht angezeigten 50%-Perzentil).

- **Perzentil-Medianwert der Werteproben in zielentsprechenden Iterationen** Hier handelt es sich um den Perzentilwert des Untermengen-Medianwertes der Verteilung, die für die ganze Simulation generiert wurde (gleichbedeutend mit Eingabe des Untermengen-Medianwertes als Zielwert in den @RISK-Statistikbericht). Wenn dieser Wert 50% unterschreitet, ist der Untermengen-Medianwert kleiner als der Medianwert für die gesamte Simulation. Wenn dieser Wert dagegen 50% überschreitet, ist der Untermengen-Medianwert größer als der Medianwert für die gesamte Simulation.

Vielleicht stellen Sie auch fest, dass der Untermengen-Medianwert für „Einzelhandelspreis" kleiner ist als der Medianwert für die gesamte Simulation (d. h. das Perzentil liegt unter 50%). Das bedeutet, dass ein niedriger Einzelhandelspreis zu hohem Gesamtumsatz beiträgt.

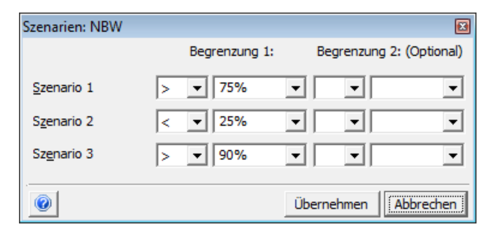
- **Verhältnis des angezeigten Medianwertes zur ursprünglichen Standardabweichung** Es geht hier um die Differenz zwischen dem Untermengen-Medianwert und dem Medianwert für die gesamte Simulation, geteilt durch die Standardabweichung der Eingabe für die gesamte Simulation. Ein negativer Wert zeigt an, dass der Untermengen-Medianwert unter dem Medianwert für die gesamte Simulation liegt. Ein positiver Wert zeigt dagegen an, dass der Untermengen-Medianwert über dem Medianwert für die gesamte Simulation liegt.

Es kann sein, dass eine andere Eingabevariable, nämlich **Anzahl der Verkaufsvertreter**, ebenfalls für das Erreichen von hohem Gesamtumsatz „signifikant" ist, aber hier ist die Größenordnung des Verhältnisses von Medianwert zu Standardabweichung nur halb so groß wie bei der Eingabe **Einzelhandelspreis**. Sie könnten daraus die Schlussfolgerung ziehen, dass die Anzahl der Verkaufsvertreter sich zwar auf den Gesamtumsatz auswirkt, aber lange nicht so erheblich wie der Einzelhandelspreis. **Einzelhandelspreis** ist daher signifikanter und verlangt evtl. mehr Aufmerksamkeit.

Vorsicht: Bei der Szenario-Analyse besteht die Gefahr, dass die Analysenergebnisse bei sehr wenigen Datenpunkten evtl. täuschen können. In einer Simulation mit 100 Iterationen und einem Szenario-Ziel von „>90%" würde die Untermenge z. B. nur 10 Datenpunkte enthalten!

Bearbeiten von Szenarien

Die Standardszenarien können geändert werden, indem Sie (entweder in einem Diagrammfenster oder im Fenster **Szenarien**) auf das Symbol für **Szenarien bearbeiten** klicken oder aber auf ein Szenario (wie z. B. >90%) doppelklicken, das in der ersten Zeile des Fensters **Szenarien** zu sehen ist.



Für jede Simulationsausgabe können drei Szenarien eingegeben werden. Jedes Szenario kann mit einer oder zwei Begrenzungen versehen sein. Wenn Sie zwei Begrenzungen eingeben, bedeutet das ein Szenario mit einem Min-Max-Bereich für die Ausgabe (wie z. B. >90% und <99%). Jede Begrenzung kann als Perzentil oder auch als effektiver Wert (wie z. B. >*1000000* angegeben werden.

Wenn keine zweite Begrenzung verwendet werden soll, kann diese einfach leer gelassen werden. Dadurch wird angegeben, dass es sich bei der zweiten Begrenzung entweder um den minimalen Ausgabewert (< Operator, z. B. <5%) oder den maximalen Ausgabewert (> Operator, z. B. >90%) handelt.

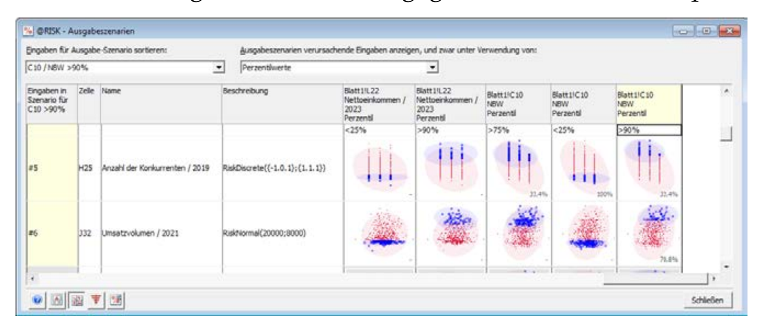
Hinweis: Über den Befehl „Anwendungseinstellungen“ können standardmäßige Szenarieneinstellungen eingegeben werden.

Punktdiagramm-Matrix im Szenarienfenster

Bei einem Punktdiagramm in einem Szenarienfenster handelt es sich um ein x-y-Punktdiagramm mit einer Überlagerung. Dieses Diagramm zeigt:

1) den erhobenen Eingabewert im Vergleich zum berechneten Ausgabewert in jeder Iteration der Simulation,

2) und zwar überlagert mit einem Punktdiagramm des erhobenen Eingabewertes im Vergleich zum berechneten Ausgabewert, sofern der Ausgabewert dem eingegebenen Szenario entspricht.

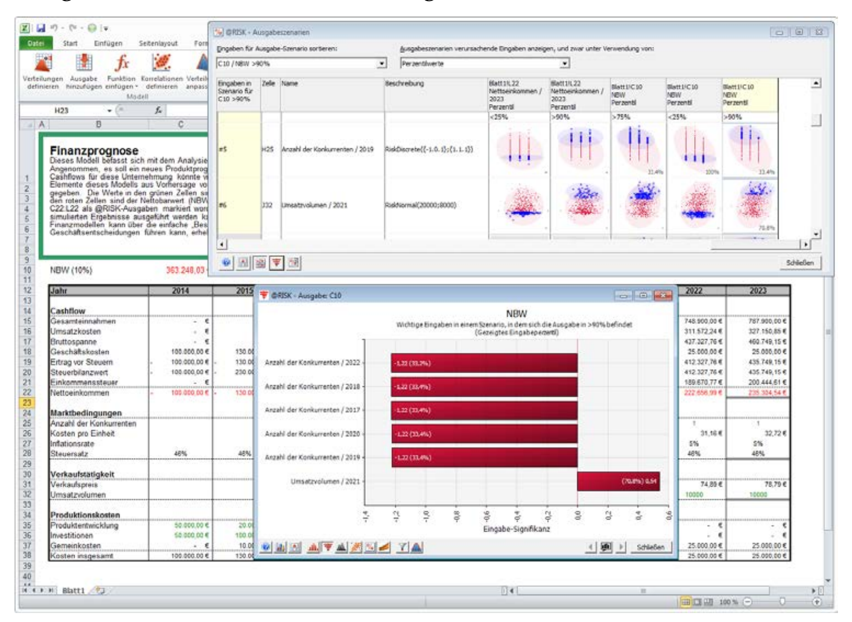


In der **Punktdiagramm-Matrix** werden Szenarioanalysenergebnisse in Rangordnung mithilfe von Punktdiagrammen angezeigt. Um die Punktdiagramm-Matrix anzuzeigen, müssen Sie unten links im **Szenarienfenster** auf das Symbol für **Punktdiagramm** klicken.

Hinweis: In einem Punktdiagramm, in dem Szenario-Analysenergebnisse angezeigt werden, kann nur dieselbe Eingabe oder Ausgabe unter verschiedenen Szenarien überlagert werden.

Tornado-Diagramm für Szenarien

Szenario-Analysenergebnisse können mithilfe von Tornado-Diagrammen grafisch dargestellt werden. Sie können ein Tornado-Diagramm erstellen, indem Sie im Szenarienfenster auf das Symbol für **Tornado-Diagramm** oder in einem Diagrammfenster auf das Symbol für **Szenarien** klicken. Dieses Tornado-Diagramm zeigt die wichtigsten Eingaben, die sich auf die Ausgabe auswirken, sofern die Ausgabe dem eingegebenen Szenario entspricht, z. B. wenn die Ausgabe über dem 90. Perzentil liegt.



@RISK-Diagramme

Simulationseingaben und -ergebnisse können mühelos durch Diagramme dargestellt werden. Diagramme sind in @RISK sehr häufig zu finden. Im Ergebnisübersichtsfenster sind z. B. Mini-Diagramme der Simulationsergebnisse für alle Ihre Ausgaben und Eingaben zu sehen. Wenn Sie ein Mini-Diagramm aus dem Ergebnisübersichtsfenster ziehen, haben Sie die Möglichkeit, die Simulationsergebnisse für die ausgewählte Ausgabe oder Eingabe in voller Größe grafisch darzustellen. Diagramme können auch dadurch angezeigt werden, dass Sie im Ergebnisdurchsuchmodus auf eine Ausgabe- oder Eingabezelle des Arbeitsblatts klicken.

Überblick

Frei bewegliche und Verbindungsfenster

In @RISK werden Diagramme in zwei Arten von Fenstern angezeigt:

- **Frei bewegliche Fenster**, die dem Excel-Arbeitsblatt überlagert angezeigt werden. Diese Fenster bleiben geöffnet, bis sie von Ihnen geschlossen werden.
- **Verbindungsfenster**, die mit einer Zelle verbunden sind. Dies ist der Fenstertyp, der im Durchsuchmodus verwendet wird. Nur eines dieser Fenster kann jeweils geöffnet sein, wenn eine neue Zelle in Excel ausgewählt wird und das Diagramm sich ändert.

Unter Verwendung der im Diagramm befindlichen Symbole können Sie ein Verbindungsfenster von der Zelle lösen und so daraus ein frei bewegliches Fenster machen. Auch können Sie ein frei bewegliches Fenster wieder mit der betreffenden Zelle verbinden.

Der Typ des angezeigten Diagramms kann über die Symbole geändert werden, die unten im Diagrammfenster zu sehen sind. Wenn Sie mit der rechten Maustaste auf ein Diagrammfenster klicken, erscheint ein Kontextmenü, in dem Sie Befehle zum Ändern des Diagrammformats, zum Skalieren, für Farben und Titel sowie für andere charakteristische Diagrammerkmale vorfinden.

Statistiken und Berichte

Die Legende und das rechts im Diagramm zu sehende Statistikraster können von Ihnen nach Wunsch geändert werden. Standardmäßig wird die detaillierte Statistik für das grafisch dargestellte Ergebnis angezeigt. Durch Ändern des Selektors oben in der Statistik-Legende kann eine kleinere Legende direkt im Diagramm (anstelle Raster) angezeigt werden.

Mithilfe des Befehls In **Excel grafisch darstellen** können Diagramme im normalen Excel-Diagrammformat gezeichnet werden. Sie können diese Diagramme dann genauso wie jedes andere Excel-Diagramm ändern oder auch Ihren Wünschen anpassen.

Symbole in Diagrammen

In allen @RISK-Diagrammen sind unten links mehrere Symbole zu sehen, die Ihnen ermöglichen, den Typ, das Format sowie auch die Platzierung des angezeigten Diagramms zu steuern. Sie können auch das Symbol für **Vergrößern** verwenden, um schnell einen Bereich vergrößert anzuzeigen.

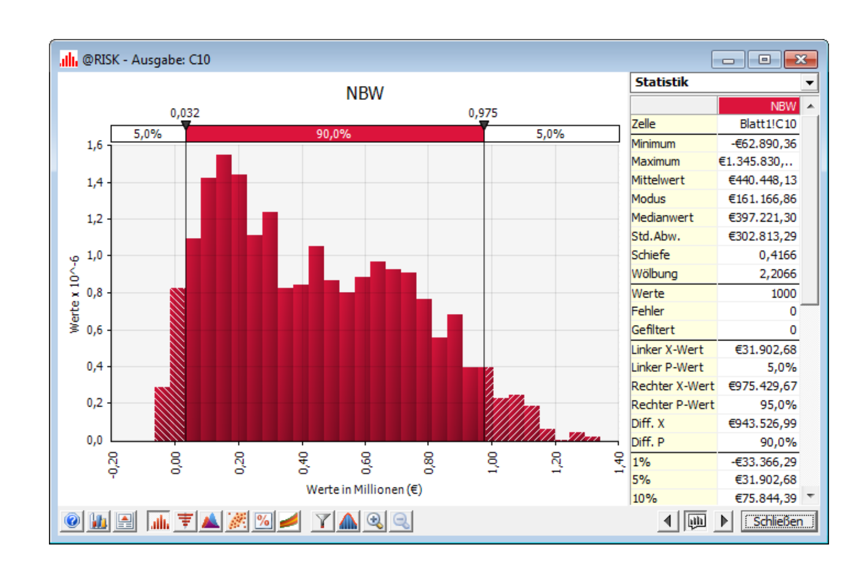
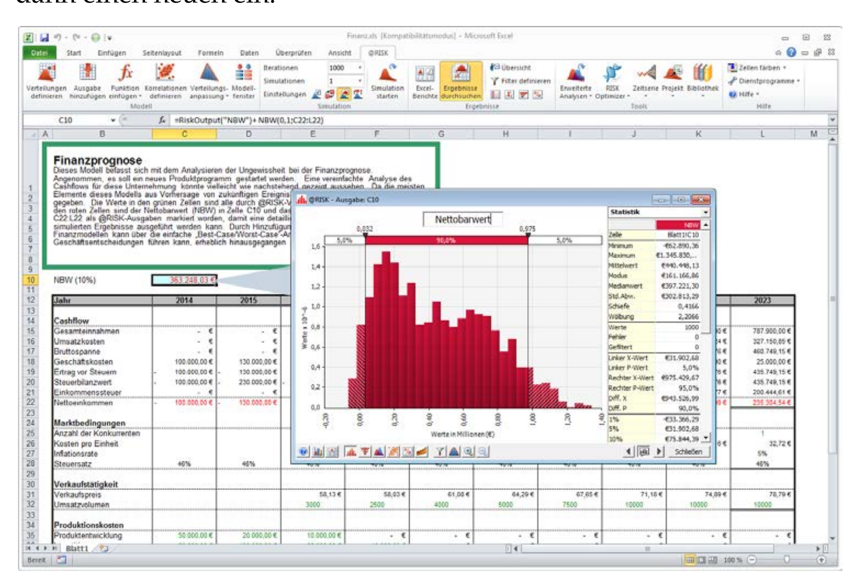
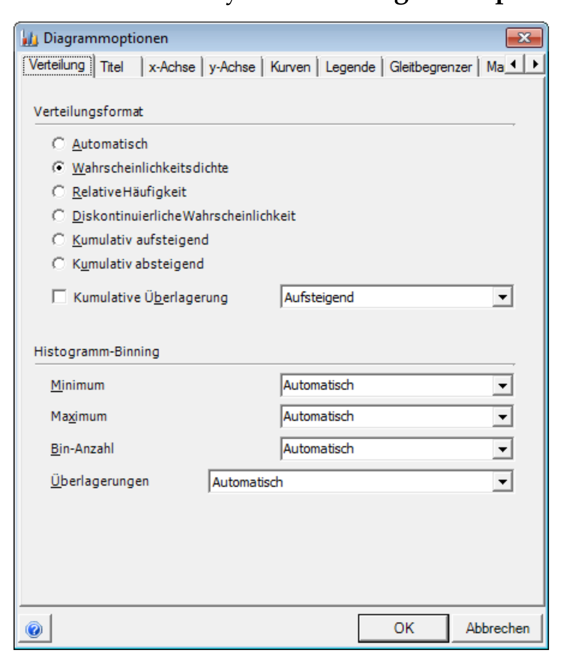


Diagramm-formatierung

@RISK-Diagramme verwenden ein neues Grafiksystem, das speziell für die Verarbeitung von Simulationsdaten entwickelt wurde. Diagramme können wie gewünscht angepasst und erweitert werden. In vielen Fällen braucht zu diesem Zweck nur auf das entsprechende Element im Diagramm geklickt werden. Um z. B. den Titel eines Diagramms zu ändern, klicken Sie einfach auf den Titel und geben dann einen neuen ein.



Ein angezeigtes Diagramm kann auch über das Dialogfeld **Diagrammoptionen** Ihren Wünschen angepasst werden. Die Anpassung bezieht sowohl Farben und Skalierung als auch Schriftart und angezeigte Statistik mit ein. Durch Klicken mit der rechten Maustaste auf ein Diagramm und Auswahl des Befehls **Diagrammoptionen** können Sie das Dialogfeld **Diagrammoptionen** anzeigen lassen. Auch erreichen Sie das gleiche, wenn Sie unten links im Diagrammfenster auf das Symbol für **Diagrammoptionen** klicken.



Je nach Art des anzupassenden Diagramms kann sich das Dialogfeld Diagrammoptionen u. U. ändern. Die sich auf einen bestimmten Diagrammtyp beziehenden Diagrammoptionen werden jeweils im Abschnitt erörtert, der sich mit dem betreffenden Diagrammtyp befasst.

Diagramme zur Darstellung von mehreren Simulationen

Wenn mehrere Simulationen ausgeführt werden, kann für die Ergebnisverteilungen in jeder Simulation ein Diagramm erstellt werden. Es ist z. B. oft wünschenswert, Übersichtsdiagramme für ein und dasselbe Ergebnis aus verschiedenen Simulationen zu vergleichen. Aus diesem Vergleich ist zu erkennen, wie sich das Risiko für die Verteilungen von Simulation zu Simulation ändert.

So erstellen Sie ein Diagramm, in dem die Ergebnisse für eine Zelle in mehreren Simulationen verglichen werden:

1) Führen Sie mehrere Simulationen aus, indem Sie **Anz. Simulationen** auf einen Wert einstellen, der größer als 1 ist. Verwenden Sie die Funktion ***RiskSimTable***, um Arbeitsblattwerte von Simulation zu Simulation zu ändern.

2) Klicken Sie unten im angezeigten Durchsuchfenster auf das Symbol für **Anzuzeigende Anz. Simulationen auswählen**.

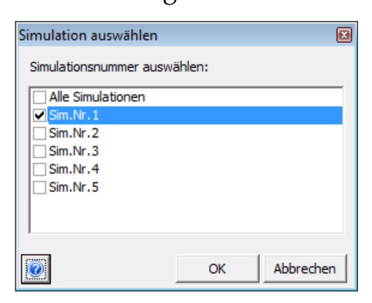
3) Wählen Sie **Alle Simulationen**, um Diagramme von allen Simulationen für die ausgewählte Zelle auf dem Diagramm zu überlagern.

So erstellen Sie ein Diagramm, in dem die Ergebnisse für eine andere Zelle in mehreren Simulationen verglichen werden:

1) Klicken Sie nach Ausführung von mehreren Simulationen unten im angezeigten Durchsuchfenster auf das Symbol für **Diagramm überlagern.**

2) Wählen Sie in Excel die Zellen aus, deren Ergebnisse Sie dem Diagramm hinzufügen möchten.

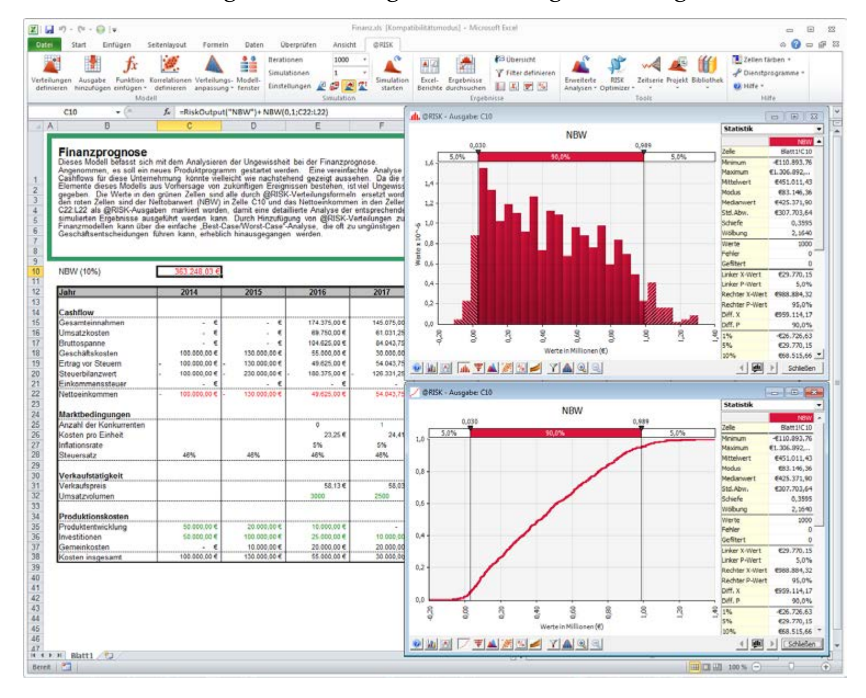
3) Wählen Sie im Dialogfeld die **Simulationsnummer** für die Zellen aus, die Sie überlagern möchten.



Das Dialogfeld **Simulation auswählen** ist auch in Berichtsfenstern verfügbar, falls Sie den Bericht filtern möchten, um nur die Ergebnisse aus einer bestimmten Simulation anzuzeigen.

Histogramme und Summendiagramme

Ein Histogramm oder Summendiagramm zeigt Ihnen eine Reihe von möglichen Ergebnissen und die Wahrscheinlichkeit deren Auftretens. Diese Art von Diagramm kann in Form eines standardmäßigen Histogramms oder in Form einer Häufigkeitsverteilung angezeigt werden. Verteilungen von möglichen Resultaten können auch als Summenkurve angezeigt werden. Auch können Sie in ein und demselben Diagramm sowohl ein Histogramm als auch eine Summenkurve irgendeine Ausgabe oder Eingabe anzeigen.

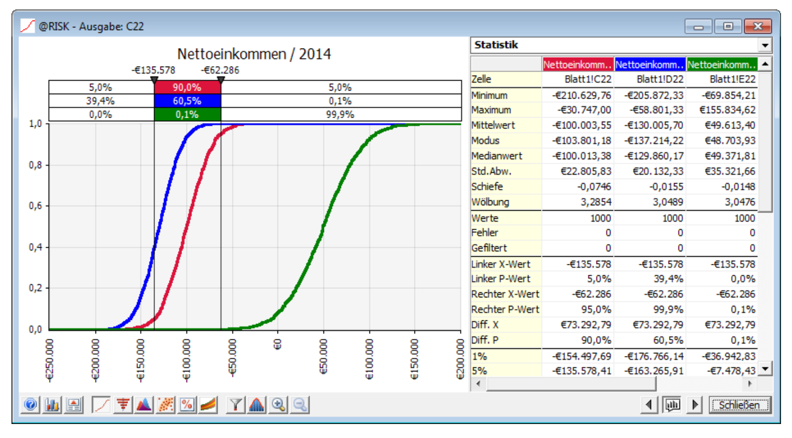


Gleitbegrenzer

Durch Ziehen der in einem Histogramm oder Summendiagramm erscheinenden Gleitbegrenzer können die Zielwahrscheinlichkeiten berechnet werden. Beim Verschieben von Gleitbegrenzern werden die berechneten Wahrscheinlichkeiten oberhalb des Diagramms in der Begrenzungsleiste angezeigt. Dadurch können Fragen wie „Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Ergebnis zwischen 1 und 2 Millionen liegen wird?" oder „Wie groß ist die Gefahr, dass wir ein negatives Resultat erhalten?" grafisch beantwortet werden.

Gleitbegrenzer können für jede Anzahl von Überlagerungen angezeigt werden. Über das Dialogfeld **Diagrammoptionen** können Sie die Anzahl der anzuzeigenden Begrenzungsleisten einstellen.

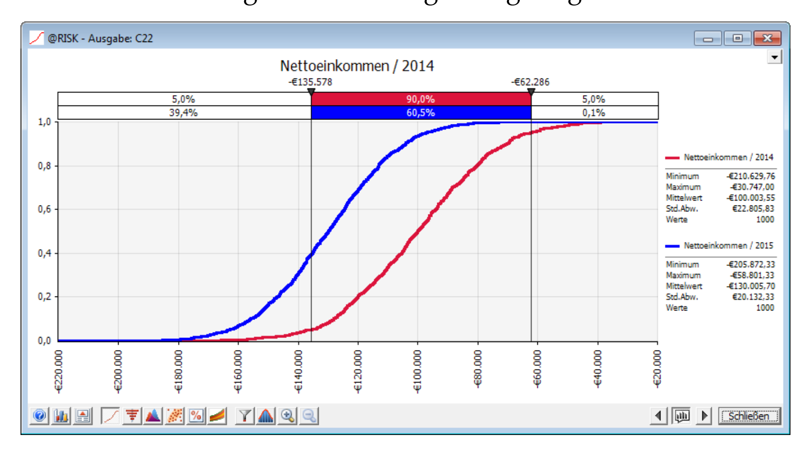
Sie können oben im Diagramm direkt in die Begrenzungsleiste klicken und einen Perzentilwert eingeben. Ebenfalls können Sie oberhalb des Gleitbegrenzers auf einen Wert klicken, um diesen als Begrenzerposition einzugeben.



	Nettoeinkomm..	Nettoeinkomm..	Nettoeinkomm..
Zelle	Blatt1!C22	Blatt1!D22	Blatt1!E22
Minimum	-€210.629,76	-€205.872,33	-€69.854,21
Maximum	-€30.747,00	-€58.801,33	€155.834,62
Mittelwert	-€100.003,55	-€130.005,70	€49.613,40
Modus	-€103.801,18	-€137.214,22	€48.703,93
Medianwert	-€100.013,38	-€129.860,17	€49.371,81
Std.Abw.	€22.805,83	€20.132,33	€35.321,66
Schiefe	-0,0746	-0,0155	-0,0148
Wölbung	3,2854	3,0489	3,0476
Werte	1000	1000	1000
Fehler	0	0	0
Gefiltert	0	0	0
Linker X-Wert	-€135.578	-€135.578	-€135.578
Linker P-Wert	5,0%	39,4%	0,0%
Rechter X-Wert	-€62.286	-€62.286	-€62.286
Rechter P-Wert	95,0%	99,9%	0,1%
Diff. X	€73.292,79	€73.292,79	€73.292,79
Diff. P	90,0%	60,5%	0,1%
1%	-€154.497,69	-€176.766,14	-€36.942,83
5%	-€135.578,41	-€163.265,91	-€7.478,43

Überlagerung von Diagrammen zu Vergleichszwecken

Oft ist es nützlich, mehrere Verteilungen grafisch zu vergleichen. Dazu müssen die Diagramme überlagert angezeigt werden.



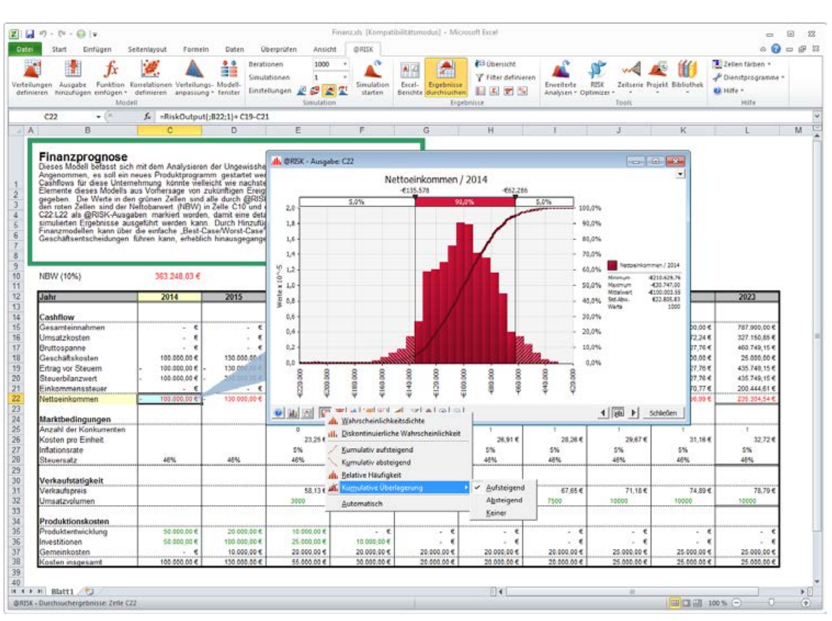
Überlagerungen können hinzugefügt werden:

- indem Sie in einem angezeigten Diagramm auf das Symbol für **Überlagerung hinzufügen** klicken und dann in Excel die Zellen auswählen, deren Ergebnisse in das Punktdiagramm mit einbezogen werden sollen
- indem Sie ein Diagramm auf ein anderes oder ein Mini-Diagramm aus dem Modell- bzw. Ergebnisübersichtsfenster auf ein geöffnetes Diagramm ziehen Sobald die Überlagerungen eingeblendet worden sind, werden in der Begrenzungsstatistik die Wahrscheinlichkeiten für alle im überlagerten Diagramm zu sehenden Verteilungen angezeigt.

Hinweis: Um eine Überlagerungskurve auf die Schnelle zu entfernen, können Sie auch mit der rechten Maustaste auf die farbige Legende der zu entfernenden Kurve klicken und dann den Befehl „Kurve entfernen" aus dem Kontextmenü wählen.

Überlagern von Histogramm- und Summenkurven in demselben Diagramm

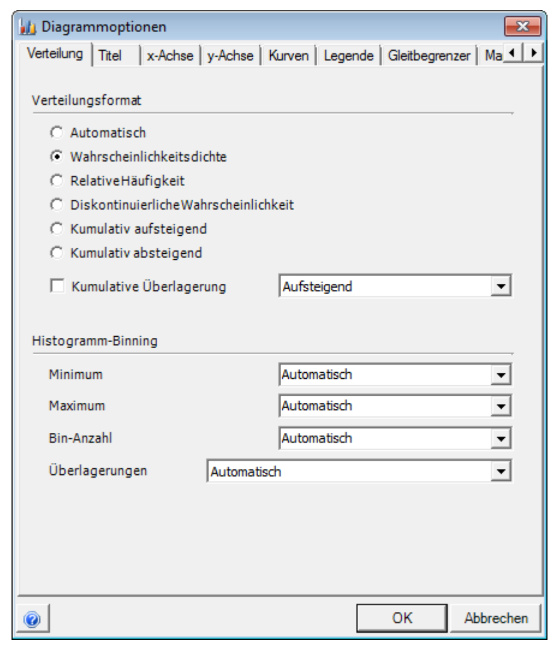
Mitunter ist es angebracht, Histogramm- und Summenkurven für eine bestimmte Ausgabe oder Eingabe in ein und demselben Diagramm anzuzeigen. Dieser Diagrammtyp hat zwei y-Achsen, eine links für das Histogramm und eine sekundäre y-Achse auf der rechten Seite für die Summenkurve.



Um eine kumulative Überlagerung in einem Wahrscheinlichkeitsdichte- oder relativen Häufigkeitsdiagramm anzuzeigen, müssen Sie im Diagrammfenster nach dem Klicken auf das Symbol für **Diagrammtyp** die Option **Kumulative Überlagerung** auswählen.

Diagramm-optionen – Registerkarte „Verteilung“

Durch Klicken mit der rechten Maustaste auf ein Diagramm und Auswahl des Befehls **Diagrammoptionen** können Sie das Dialogfeld **Diagrammoptionen** anzeigen lassen. Auch erreichen Sie das gleiche, wenn Sie unten links im Diagrammfenster auf das Symbol für **Diagrammoptionen** klicken. Für Histogramme und Summendiagramme kann über **Diagrammoptionen >** Registerkarte **Verteilung** die Art der Kurve eingestellt werden, die zusammen mit den Binning-Optionen angezeigt werden soll.



Im Dialogfeld **Diagrammoptionen** sind auf der Registerkarte **Verteilung** folgende Optionen verfügbar:

- **Verteilungsformat** – Über diese Option kann das Format der angezeigten Verteilung geändert werden. Folgende Einstellungen sind möglich:
  - **Automatisch** – wählt die Wahrscheinlichkeitsdichte-Diagramme aus

- **Wahrscheinlichkeitsdichte** und **Relative Häufigkeit** – Bei Histogrammen stellen diese Einstellungen die auf der x-Achse gezeigte Messeinheit dar. **Relative Häufigkeit** ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein bestimmter Wert in einem Bereich von Bins auftritt (Beobachtungen in einem Bin/Beobachtungen insgesamt). **Dichte** ist die relative Häufigkeit, dividiert durch die Bin-Breite. Dadurch wird sichergestellt, dass die Werte der y-Achse bei Änderung der Bin-Anzahl stets konstant bleiben.

- **Diskontinuierliche Wahrscheinlichkeit** – stellt die Verteilung grafisch dar, indem die Wahrscheinlichkeit jedes im Minimum-Maximum-Bereich auftretenden Wertes gezeigt wird. Diese Einstellung wird auf Diagramme angewendet, in denen diskontinuierliche Verteilungen mit begrenzt auftretenden Werten angezeigt werden.

- **Kumulativ aufsteigend** und **Kumulativ absteigend** – zeigt entweder kumulativ aufsteigende Wahrscheinlichkeiten (y-Achse zeigt die Wahrscheinlichkeit eines Wertes, der geringer ist als irgendein Wert auf der x-Achse) oder kumulativ absteigende Wahrscheinlichkeiten (y-Achse zeigt die Wahrscheinlichkeit eines Wertes, der größer ist als irgendein Wert auf der x-Achse).

• **Histogramm-Binning** – Über diese Option wird angegeben, wie @RISK die Daten in dem angezeigten Histogramm in Bins unterteilen soll. Folgende Einstellungen sind möglich:

  - **Minimum** – stellt den Minimalwert für den Beginn der Histogramm-Bins ein. Durch **Automatisch** wird angegeben, dass @RISK die Histogramm-Bins auf Basis des Minimalwerts der grafisch dargestellten Daten beginnen soll.

  - **Maximum** – stellt den Maximalwert für das Beenden der Histogramm-Bins ein. Durch **Automatisch** wird angegeben, dass @RISK die Histogramm-Bins auf Basis des Maximalwerts der grafisch dargestellten Daten enden soll.

  - **Bin-Anzahl** – legt die Anzahl der Histogramm-Intervalle fest, die quer über den Diagrammbereich berechnet werden sollen. Der eingegebene Wert muss im Bereich von 2 bis 200 liegen. Über die Einstellung **Automatisch** kann auf Basis einer internen heuristischen Methode die beste Bin-Anzahl für die gegebenen Daten berechnet werden.

- **Überlagerungen** – legt fest, wie @RISK die Bins zwischen den Verteilungen ausrichten soll, wenn überlagerte Diagramme vorhanden sind. Hierfür sind folgende Optionen verfügbar:

  1) **Einzelnes Histogramm** – hier wird der gesamte **Min.-Max.-Bereich** der Daten in allen Kurven (einschließlich Überlagerungen) in Bins aufgeteilt und jede Kurve im Diagramm verwendet diese Bins. Dadurch können die Bins zwischen den Kurven mühelos verglichen werden.

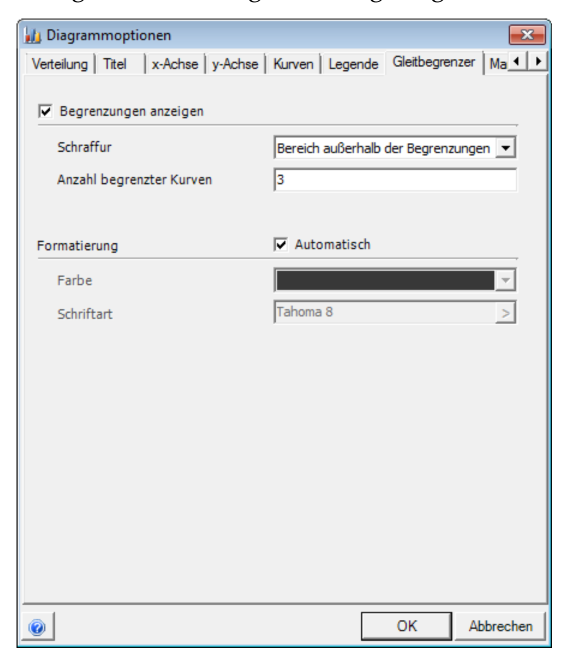
  2) **Einzelnes Histogramm mit angepasster Begrenzung** – dies ist das gleiche wie die Option **Einzelnes Histogramm**, außer an den Endpunkten jeder Kurve. An den Endpunkten werden größere oder kleinere Bins verwendet, um sicherzustellen, dass die einzelnen Kurven nicht den Minimaldatenwert unterschreiten oder über das Maximum hinausgehen.

  3) **Unabhängige Histogramme** – hier verwendet jede Kurve unabhängiges Binning, und zwar auf Basis der eigenen Minimal- und Maximaldatenwerte.

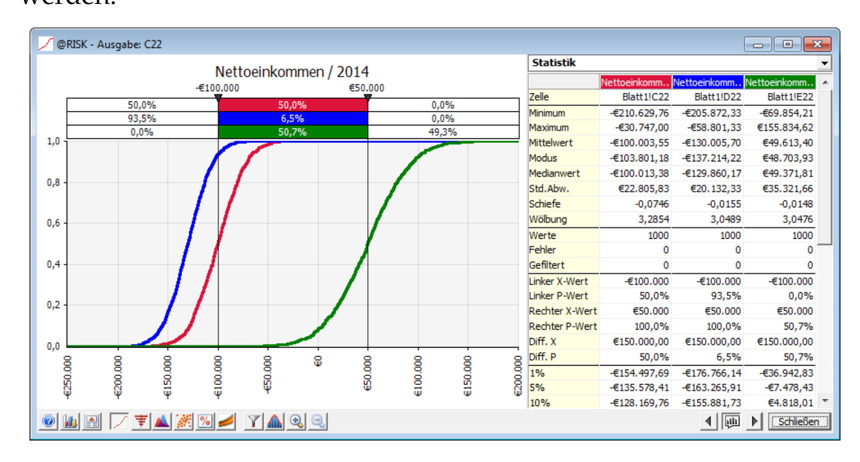
  4) **Automatisch** – @RISK wählt zwischen **einzelnem Histogramm mit angepasster Begrenzung** und **unabhängigen Histogrammen** aus, und zwar je nach Überlappung der Daten zwischen den Kurven. Kurven mit ausreichender Datenüberlappung verwenden das einzelne Histogramm mit angepasster Begrenzung.

Diagramm-optionen – Registerkarte „Gleitbegrenzer“

Bei Histogrammen und Summendiagrammen wird im Dialogfeld **Diagrammoptionen** über die Registerkarte **Gleitbegrenzer** festgelegt, wie diese Gleitbegrenzer im Diagramm angezeigt werden sollen.



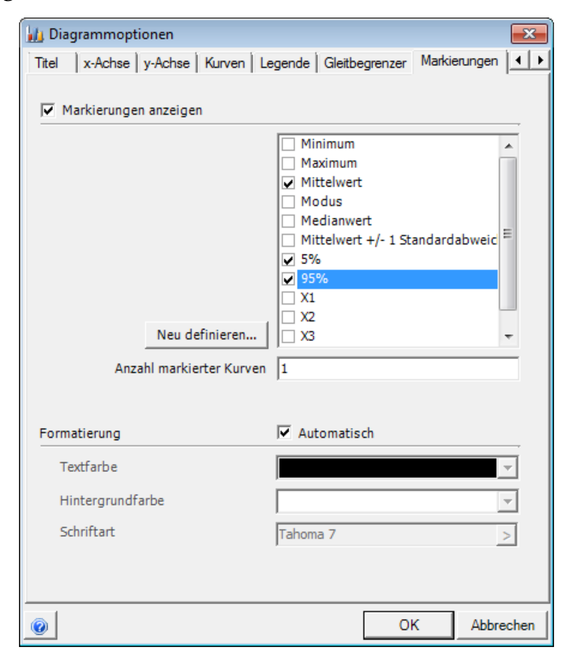
Beim Verschieben von Gleitbegrenzern werden die berechneten Wahrscheinlichkeiten oberhalb des Diagramms in der Begrenzungsleiste angezeigt. Gleitbegrenzer können für jede beliebige Kurve oder auch für alle Kurven in einem Diagramm angezeigt werden.



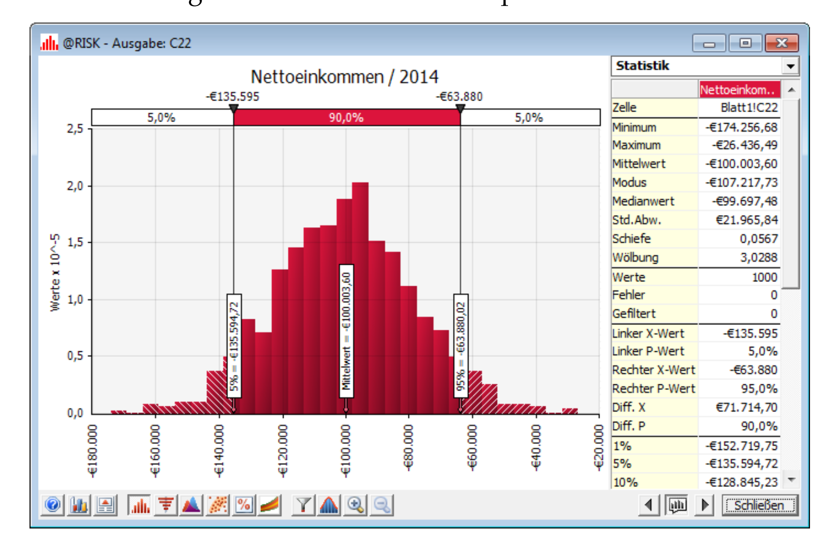
	Nettoeinkomm..	Nettoeinkomm..	Nettoeinkomm..
Zelle	Blatt1!C22	Blatt1!D22	Blatt1!E22
Minimum	-€210.629,76	-€205.872,33	-€69.854,21
Maximum	-€30.747,00	-€58.801,33	€155.834,62
Mittelwert	-€100.003,55	-€130.005,70	€49.613,40
Modus	-€103.801,18	-€137.214,22	€48.703,93
Medianwert	-€100.013,38	-€129.860,17	€49.371,81
Std.Abw.	€22.805,83	€20.132,33	€35.321,66
Schiefe	-0,0746	-0,0155	-0,0148
Wölbung	3,2854	3,0489	3,0476
Werte	1000	1000	1000
Fehler	0	0	0
Gefiltert	0	0	0
Linker X-Wert	-€100.000	-€100.000	-€100.000
Linker P-Wert	50,0%	93,5%	0,0%
Rechter X-Wert	€50.000	€50.000	€50.000
Rechter P-Wert	100,0%	100,0%	50,7%
Diff. X	€150.000,00	€150.000,00	€150.000,00
Diff. P	50,0%	6,5%	50,7%
1%	-€154.497,69	-€176.766,14	-€36.942,83
5%	-€135.578,41	-€163.265,91	-€7.478,43
10%	-€128.169,76	-€155.881,73	€4.818,01

Diagramm-optionen – Registerkarte „Markierungen“

Bei Histogrammen und Summendiagrammen wird im Dialogfeld **Diagrammoptionen** über die Registerkarte **Markierungen** festgelegt, wie diese Markierungen im Diagramm angezeigt werden sollen. Durch Markierungen werden die Hauptwerte im Diagramm mit Anmerkungen versehen.

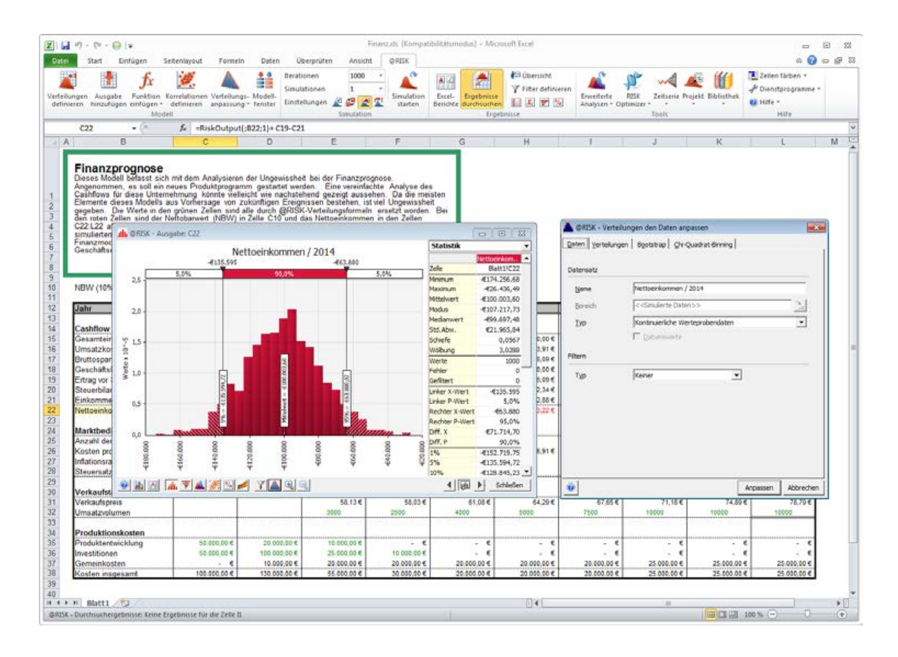


Diese Markierungen bleiben auch weiterhin angezeigt, wenn das betreffende Diagramm in einen Bericht kopiert wird.



Anpassung einer Verteilung an ein simuliertes Ergebnis

Wenn Sie unten links in einem Diagrammfenster auf das Symbol für **Verteilungen den Daten anpassen** klicken, werden die Wahrscheinlichkeitsverteilungen den Daten des simulierten Ergebnisses angepasst. Alle Optionen, die zur Anpassung von Verteilungen an Daten im Excel-Arbeitsblatt zur Verfügung stehen, können auch zum Anpassen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen an ein simuliertes Ergebnis verwendet werden. Weitere Informationen über diese Optionen finden Sie in **Anhang A: Verteilungsanpassung** dieses Handbuchs.



Tornado-Diagramme

Tornado-Diagramme aus einer Empfindlichkeitsanalyse zeigen die Rangordnung der Eingabeverteilungen an, die sich auf eine Ausgabe auswirken. Eingaben mit der größten Auswirkung auf die Ausgabeverteilung haben auch die längsten Balken im Diagramm.

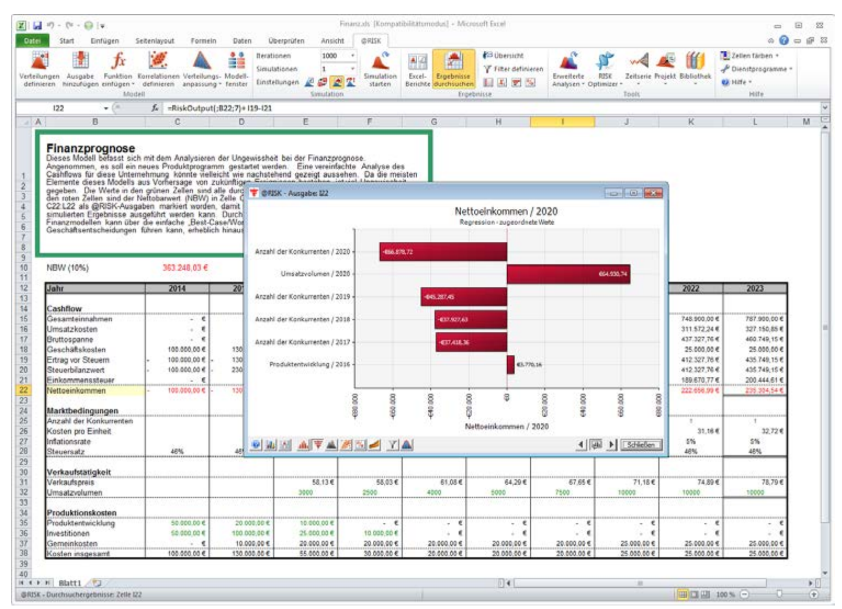
Um Tornado-Diagramme für eine Ausgabe anzuzeigen, müssen Sie eine Zeile (oder mehrere Zeilen) im Fenster **@RISK-Ergebnisübersicht** wählen, unten im Fenster auf das Symbol für **Tornado-Diagramm** klicken und dann eine der drei Tornado-Diagrammoptionen auswählen. Sie können aber auch ein Verteilungsdiagramm für eine simulierte Ausgabe in ein Tornado-Diagramm umwandeln, indem Sie unten links im Diagramm auf das Symbol für **Tornado-Diagramm** klicken und dann im Kontextmenü die Option **Tornado-Diagramm** wählen.

Arten von Tornado-Diagrammen

In @RISK gibt es vier Arten von Tornado-Diagrammen: **Änderung in Ausgabestatistik**, **Regressionskoeffizienten, Korrelationskoeffizienten** und **Regression (zugeordnete Werte)** Weitere Informationen über die Berechnung der in diesen verschiedenen Tornado-Diagrammen angezeigten Werte finden Sie unter dem **Befehl „Empfindlichkeiten**“ im Kapitel **Ergebnisbefehle.** Bei Tornado-Diagrammen, die eine **Änderung in Ausgabestatistik** (wie z. B. eine Änderung im Ausgabemittelwert) zeigen, werden die Proben für eine Eingabe in einem Satz von gleich großen Bins oder „Szenarien“ gruppiert, die je nach Eingabewert (vom geringsten bis zum höchsten) angeordnet sind. Ein Wert für eine Ausgabestatistik (wie z. B. der Mittelwert) wird für die Ausgabewerte in den mit den einzelnen Bins verbundenen Iterationen berechnet. Die Länge des für die einzelnen Eingabeverteilungen gezeigten Balkens hängt vom Bin-Wertebereich ab. Der höchste Statistikwert ist an dem einen und der geringste Wert an dem anderen Ende des Balkens für das betreffende Bin zu sehen. Es handelt sich hier um **doppelseitige** Tornado-Diagramme, da jede Leiste oberhalb und unterhalb der Basislinie oder Mitte des Diagramms zu sehen ist.

In Tornado-Diagrammen vom Typ **Regressionskoeffizienten** und **Korrelationskoeffizienten** basiert die Länge der für jede Eingabeverteilung gezeigten Balken auf dem für die betreffende Eingabe berechneten Koeffizientenwert. Die im Tornado-Diagramm auf den einzelnen Balken gezeigten Werte sind die Koeffizientenwerte.

Bei Tornado-Diagrammen mit **Regression (zugeordneten Werten)** zeigt die Länge des Balkens für die einzelnen Eingabeverteilungen jeweils das Ausmaß der Änderung an, die durch eine Standardabweichungsänderung von +1 in der Eingabe entstanden ist. Mit anderen Worten, die im Tornado-Diagramm auf den Balken gezeigten Werte stellen jeweils den Ausgabewert einer Standardabweichung von +1 in der Eingabe dar. Wenn sich die Eingabe also um eine Standardabweichung von +1 ändert, wird sich die Ausgabe um den x-Achsen-Wert ändern, der der Länge des betreffenden Balkens entspricht.



In einem Tornado-Diagramm können maximal 16 Begrenzungsleisten angezeigt werden. Wenn Sie Tornado-Diagramme mit weniger Begrenzungsleisten anzeigen möchten, sollten Sie im Dialogfeld **Diagrammoptionen** die Option **Maximalanzahl an Begrenzungsleisten** verwenden. Um eine standardmäßige Maximalanzahl an Begrenzungsleisten einzustellen, müssen Sie im Dialogfeld **Anwendungseinstellungen** die Einstellung **Maximalanzahl an Tornado-Begrenzungsleisten** verwenden.

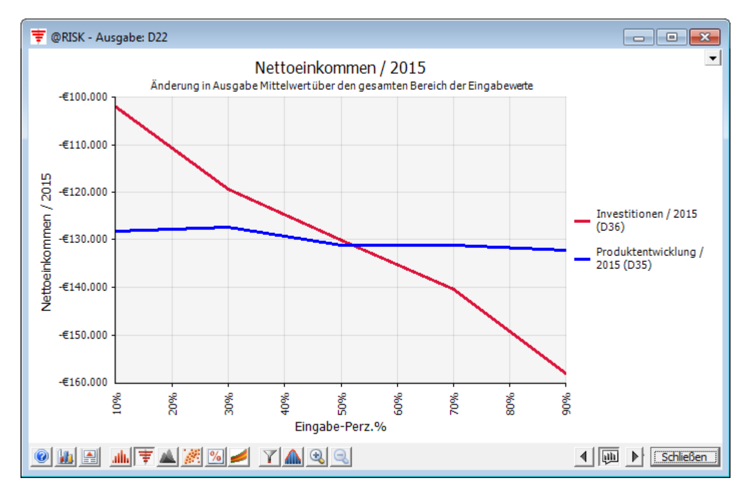
Entfernen einer Leiste im Tornado-Diagramm

Es kann vorkommen, dass Sie vielleicht eine im Tornado-Diagramm gezeigte Leiste entfernen möchten. Sie brauchen dann nur mit der rechten Maustaste auf die zu entfernende Leiste klicken und **Leiste ausblenden** wählen. Um dann wieder die standardmäßigen Leisten im Diagramm anzuzeigen, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Diagramm und wählen **Ausgeblendete Leisten wieder einblenden**.

> ***Hinweis: Falls in Ihrem Tornado-Diagramm sehr viele Begrenzungsleisten vorhanden sind, ist vielleicht nicht genügend Platz verfügbar, um die Bezeichnungen für alle Begrenzungsleisten anzuzeigen. In diesem Fall sollten Sie an einer Ecke des Diagramms ziehen, um dieses zu vergrößern, damit weitere Bezeichnungen angezeigt werden können.***

Schaufelrad-diagramm

Empfindlichkeitsanalysenergebnisse können auch in Schaufelraddiagrammen angezeigt werden. Diese Diagramme werden mithilfe der Ergebnisse aus der Empfindlichkeitsanalyse **Änderung in Ausgabestatistik** erstellt. Bei dieser Analyse werden die Werteproben für jede Eingabe in ein Anzahl von gleich großen Bins (z. B. 10 Bins) unterteilt. Ein typisches Bin besteht z. B. aus Iterationen, wenn die Eingabe zwischen dem 90. und 100. Perzentil liegt. Ein Wert für eine Ausgabestatistik (wie z. B. der Mittelwert) wird für die Ausgabewerte in den mit den einzelnen Bins verbundenen Iterationen berechnet. In einem Schaufelraddiagramm ist der Statistikwert jedes einzelnen Bins durch eine Linie verbunden.

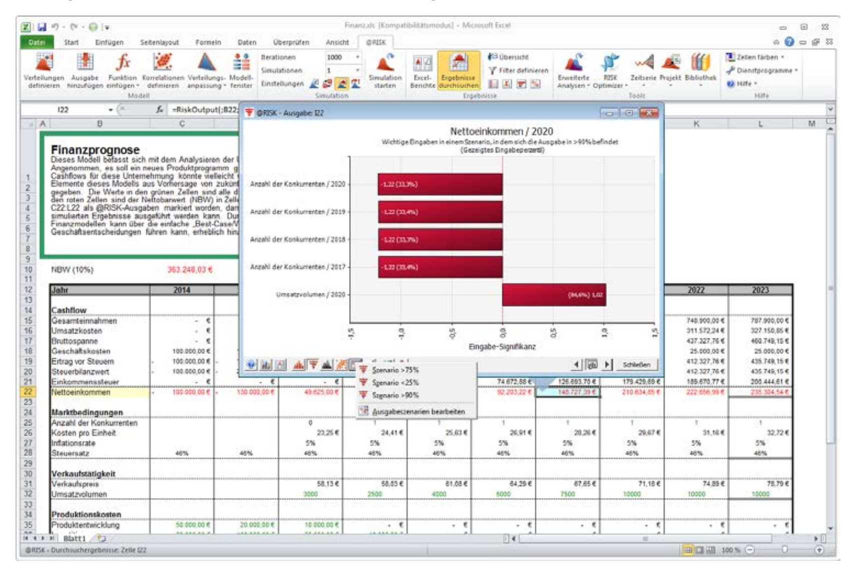


Aus dem Schaufelraddiagramm geht hervor, wie sich der Ausgabestatistikwert mit jeder Änderung des erhobenen Eingabewerts ändert. Je steiler die Linie, desto größer ist die Auswirkung der Eingabe auf die Ausgabe. Das Schaufelraddiagramm gibt Ihnen mehr Informationen als das Tornado-Diagramm. Tornado zeigt nur die allgemeine Schwankung im Ausgabestatistikswert, während das Schaufelrad Sie über die Änderungsrate im Ausgabewert während der Eingabeänderungen informiert.

Die Anzahl der im Schaufelraddiagramm angezeigten Zeilen kann in der Empfindlichkeitsanalyse **Änderung in Ausgabestatistik** über die Option **Maximalanzahl der Schaufelradzeilen** im Dialogfeld **Einstellungen** entsprechend eingestellt werden.

Tornado-Diagramm für Szenarien

Szenario-Analysenergebnisse können mithilfe von Tornado-Diagrammen grafisch dargestellt werden. Sie können ein Tornado-Diagramm erstellen, indem Sie im Szenarienfenster auf das Symbol für **Tornado-Diagramm** oder in einem Diagrammfenster auf das Symbol für **Szenarien** klicken. Dieses Tornado-Diagramm zeigt die wichtigsten Eingaben, die sich auf die Ausgabe auswirken, sofern die Ausgabe dem eingegebenen Szenario entspricht, z. B. wenn die Ausgabe über dem 90. Perzentil liegt.



Punktdiagramme

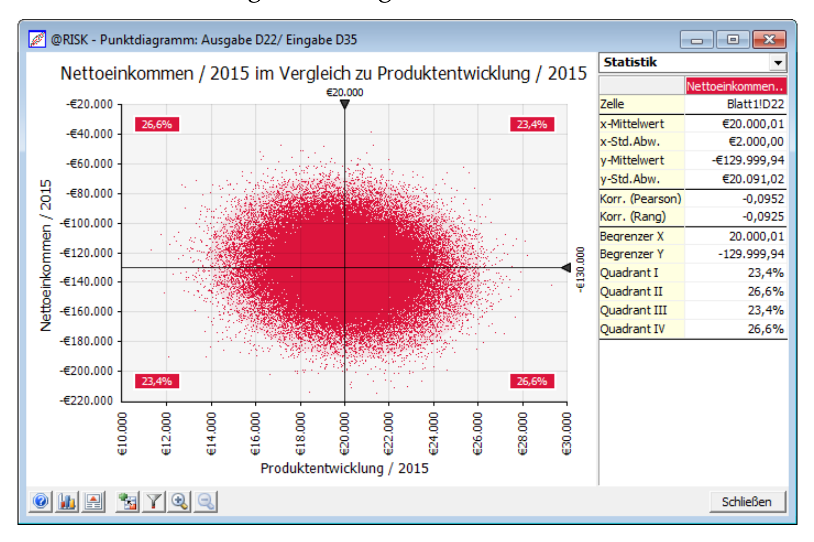
In @RISK sind die Punktdiagramme dazu da, die Beziehung zwischen einer simulierten Ausgabe und den Werteproben aus einer Eingabeverteilung zu verdeutlichen. Punktdiagramme können erstellt werden:

- indem Sie in einem angezeigten Diagramm auf das Symbol für **Punktdiagramm** klicken und dann in Excel die Zellen auswählen, deren Ergebnisse in das Punktdiagramm mit einbezogen werden sollen
- indem Sie im Ergebnisübersichtsfenster eine oder mehrere Ausgaben oder Eingaben auswählen und dann auf das Symbol für **Punktdiagramm** klicken
- indem Sie eine Leiste (die die im Punktdiagramm anzuzeigende Eingabe darstellt) aus dem Tornado-Diagramm einer Ausgabe ziehen

- indem Sie im Fenster **Empfindlichkeitsanalyse** eine Punktdiagramm-Matrix anzeigen (siehe **Befehl „Empfindlichkeiten“** in diesem Kapitel)
- indem Sie im **Durchsuchmodus** auf eine **Korrelations-Matrix** klicken und dadurch eine Punktdiagramm-Matrix anzeigen, in der die simulierten Korrelationen zwischen den in der Matrix korrelierten Eingaben zu sehen sind

Genau wie auch andere @RISK-Diagramme werden Punktdiagramme in Echtzeit aktualisiert, sobald eine Simulation ausgeführt wird.

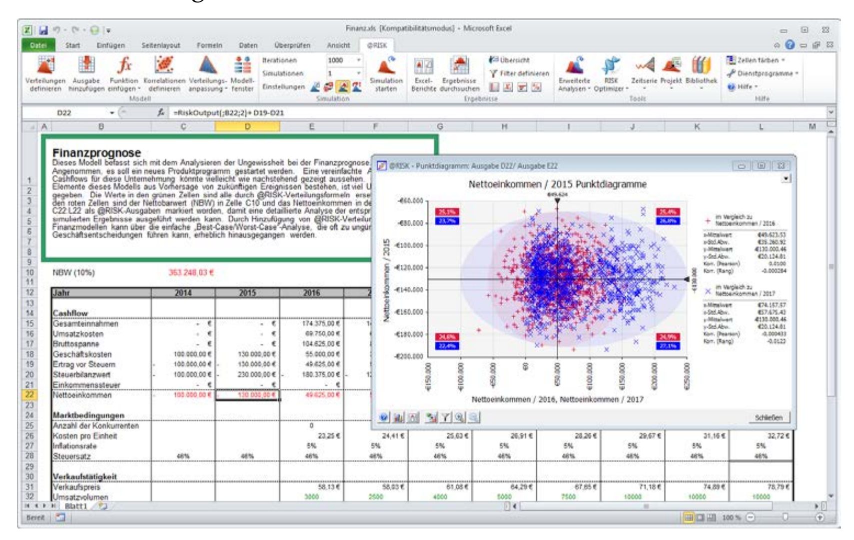
Ein Punktdiagramm ist ein x-y-Diagramm, aus dem der erhobene Eingabewert im Vergleich zum berechneten Ausgabewert für jede Simulationsiteration hervorgeht. Eine Aussageellipse identifiziert den Bereich, in den (bei einer bestimmten Aussagewahrscheinlichkeit) die x-y-Werte fallen werden. Punktdiagramme können auch genormt werden, sodass dann Werte aus mehreren Eingaben leichter in einem bestimmten Punktdiagramm verglichen werden können.



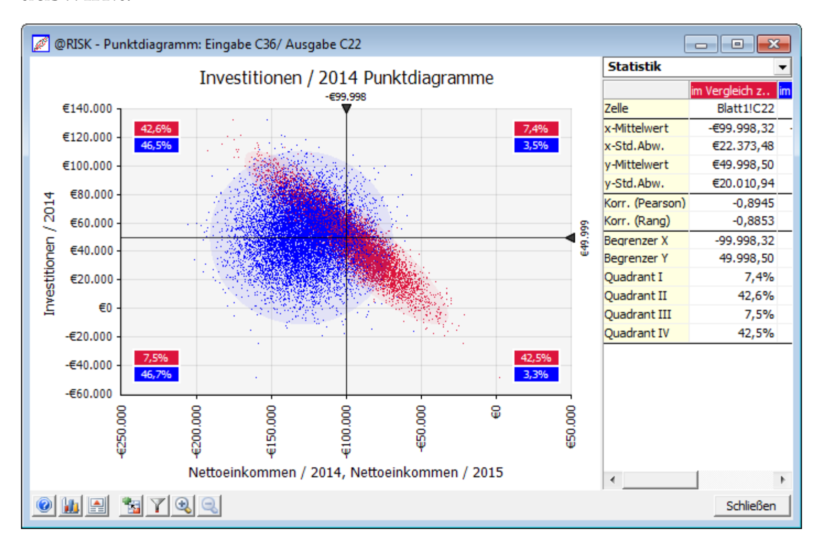
Hinweis: Punktdiagramme werden immer in frei beweglichen und nicht in Verbindungsfenstern angezeigt.

Punktdiagramm-überlagerungen

Punktdiagramme können genau wie viele andere @RISK-Diagramme überlagert werden. Dadurch wird gezeigt, wie die Werte für zwei (oder mehr) Eingaben mit dem Wert einer Ausgabe zusammenhängen.



Mehrere Ausgaben können ebenfalls in eine Punktdiagramm-Überlagerung mit einbezogen werden. Dadurch kann untersucht werden, wie sich eine Eingabe auf verschiedene Simulationsausgaben auswirkt.

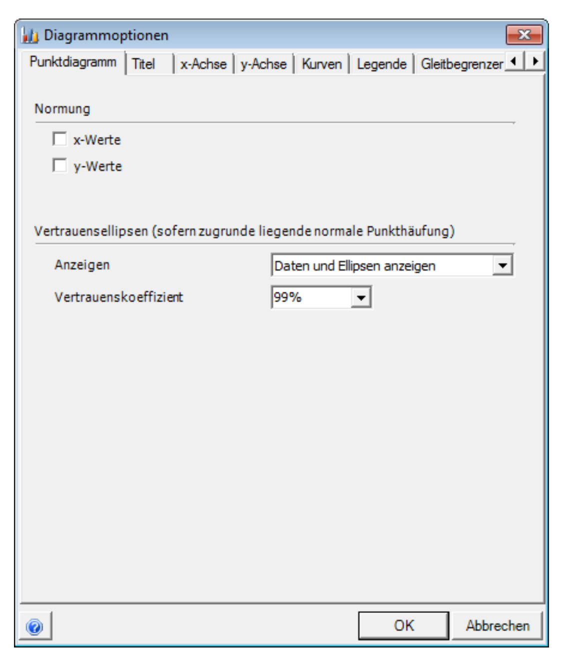


Im obigen Punktdiagramm wirkt sich die Eingabe stark auf die Ausgabe **Nettoeinkommen/2008**, aber überhaupt nicht auf die Ausgabe **Nettoeinkommen/2009** aus.

Hinweis: Um einem Punktdiagramm einige Überlagerungen hinzuzufügen, müssen Sie unten im Diagrammfenster auf das Symbol für Hinzufügen (Symbol mit dem Pluszeichen) klicken.

Diagramm-optionen – Registerkarte „Punktdiagramm“

Über die Registerkarte **Punktdiagramm** im Dialogfeld **Diagrammoptionen** wird für Punktdiagramme angegeben, ob die im Punktdiagramm angezeigten Werte genormt sind. Auch werden auf dieser Registerkarten die Einstellungen für Vertrauensellipsen festgelegt.



Folgende Optionen sind auf der Registerkarte **Punktdiagramm** (Dialogfeld **Diagrammoptionen)** verfügbar:

- **Normierung –** legt fest, ob die im Punktdiagramm angezeigten Werte normiert sein sollen. Normierte Werte werden in Bezug auf veränderte Standardabweichung vom Mittelwert und nicht als tatsächliche Werte angezeigt. Normierung ist besonders dann nützlich, wenn Punktdiagramme aus verschiedenen Eingabeverteilungen überlagert werden sollen. Es ist dann eine einheitliche Skalierung unter den Eingaben möglich, wodurch der Vergleich von Auswirkungen auf die Ausgaben leichter gemacht wird. Durch Normierung von **y-Werten** werden die Eingabewerte und durch Normierung von **x-Werten** die Ausgabewerte normiert.

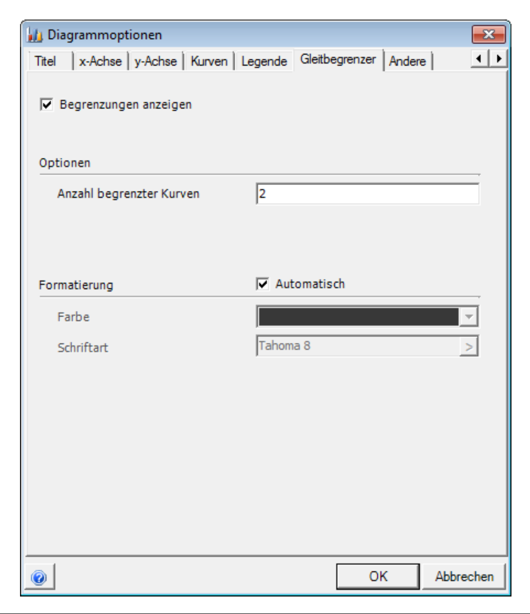
- **Vertrauensellipsen (sofern zugrunde liegende normale Punkthäufung) –** Eine Vertrauensellipse entsteht dadurch, dass die beste normale Punkthäufung dem im Punktdiagramm dargestellten x-y-Datensatz angepasst wird, Durch die Ellipse wird der Bereich gezeigt, in den gemäß eingegebener Aussagewahrscheinlichkeit eine Werteprobe aus der normalen Punkthäufung fallen wird. Bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von 99% besteht daher eine 99%ige Gewissheit, dass eine Werteprobe aus der bestpassenden normalen Punkthäufung in die angezeigte Ellipse fallen wird.

Punktdiagramm-Gleitbegrenzer

Punktdiagramme haben sowohl einen x-Achsen- als auch einen y-Achsen-Gleitbegrenzer, über den der Prozentsatz der Diagrammpunkte angezeigt werden kann, die in die einzelnen begrenzten Quadranten des Diagramms fallen. Wenn Ihre Punktdiagramme irgendwelche Überlagerungen enthalten, wird die Prozentzahl für jedes Diagramm entsprechend farbcodiert angezeigt.

Genau wie bei Verteilungsdiagrammen kann die Anzahl der Aufzeichnungen in einem Überlagerungsdiagramm (für das die Prozentzahl angegeben wird) im Dialogfeld **Diagrammoptionen** auf der Registerkarte **Gleitbegrenzer** eingestellt werden.

Wenn Sie im Punktdiagramm einen Bereich vergrößern, stellt die in jedem Quadrant gezeigte Prozentzahl den Prozentsatz der gesamten Diagrammpunkte dar, die in dem sichtbaren Quadranten vorhanden sind (wobei die Diagrammgesamtpunkte der Gesamtanzahl von Punkten in dem ursprünglichen (nicht vergrößerten) Diagramm entsprechen).



Hinweis: Durch Erfassen des Kreuzpunktes des x-Achsen- und y-Achsen-Gleitbegrenzers können Sie beide Begrenzer gleichzeitig anpassen.

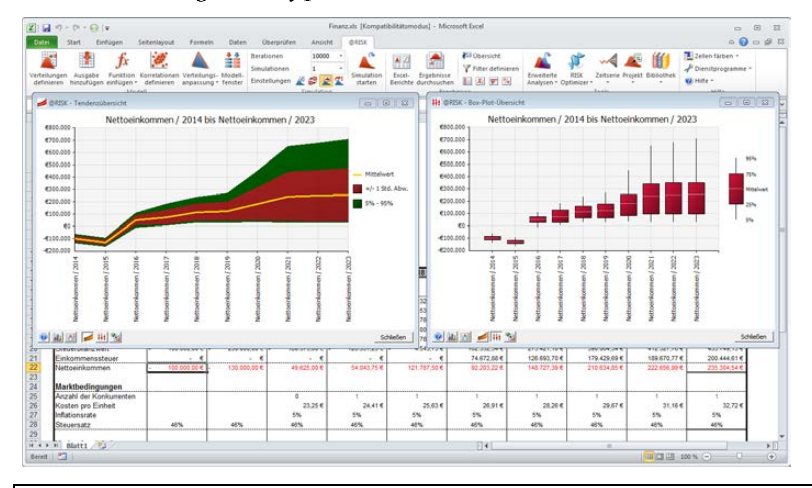
Übersichtsdiagramme

@RISK arbeitet mit zwei Arten von Diagrammen, durch die die Tendenzen in einer Gruppe von simulierten Ausgaben (oder Eingaben) zusammengefasst werden. Es handelt sich dabei um das **Übersichtstendenz**- und das **Box-Plot**-Diagram. Diese Diagramme können wie folgt erstellt werden:

- indem Sie unten in einem Diagrammfenster auf das Symbol für **Übersichtsdiagramm** klicken und dann in Excel die Zellen auswählen, deren Ergebnisse in das Diagramm mit einbezogen werden sollen
- indem Sie in dem Ergebnisübersichtsfenster für die Aus- oder Eingaben die Zeilen auswählen, die Sie in das Übersichtsdiagramm mit einbeziehen möchten, und dann unten im Fenster auf das Symbol für **Übersichtsdiagramm** klicken (oder mit der rechten Maustaste in die Tabelle klicken), um **Tendenzübersicht** oder **Box-Plot-Übersicht** zu wählen.

Um einen Ausgabebereich anzuzeigen, können Sie auch auf den **Bereichsnamenkopf** klicken und dann **Übersichtsdiagramm** wählen.

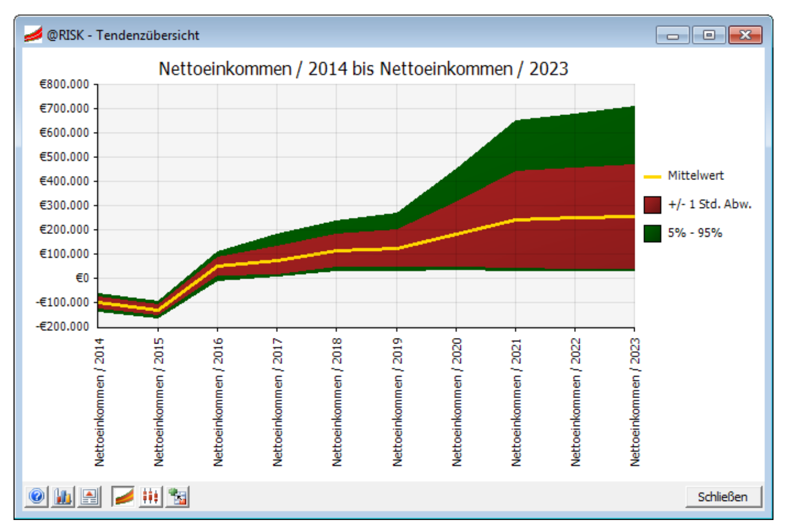
Anstelle eines Übersichtsdiagramms kann auch ein Tendenz- oder Box-Plot-Übersichtsdiagramm angezeigt werden. Um den Typ des angezeigten Diagramms zu ändern, brauchen Sie nur unten links im Diagrammfenster auf das entsprechende Symbol klicken und dann den neuen Diagrammtyp auswählen.



Hinweis: Um einem Übersichtsdiagramm einige Elemente hinzuzufügen, müssen Sie unten im Diagrammfenster auf das Symbol für Hinzufügen (Symbol mit dem Pluszeichen) klicken.

Tendenzübersicht

Durch ein Tendenzübersichtsdiagramm werden die Änderungen in mehreren Wahrscheinlichkeitsverteilungen oder in einem Ausgabebereich zusammengefasst. Das Übersichtsdiagramm verwendet aus jeder ausgewählten Verteilung fünf Parameter, nämlich der Mittelwert, zwei Werte fürs obere und zwei Werte fürs untere Band, um die quer über den Ausgabebereich in diesen fünf Parametern auftretenden Veränderungen grafisch darzustellen. Die Werte für das obere Band sind automatisch auf eine Standardabweichung von +1 und auf das 95. Perzentil jeder Verteilung eingestellt, während die Werte für das untere Band sich automatisch auf eine Standardabweichung von – 1 und das 5. Perzentil jeder Verteilung einstellen. Diese Einstellungen können im Dialogfeld **Diagrammoptionen** über die Optionen auf der Registerkarte **Tendenz** geändert werden.

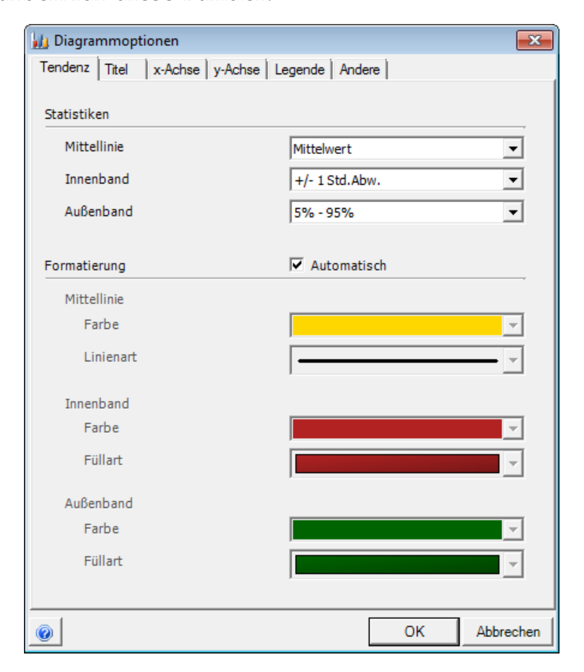


Das Übersichtsdiagramm ist besonders praktisch, wenn Sie zeitmäßige Risikoveränderungen anzeigen lassen wollen. Beim Ausgabebereich kann es sich dabei um eine ganze Arbeitsblattzeile handeln, wie z. B. um den Gewinn nach Jahren. In diesem Fall würde dann die Tendenz in den Gewinnverteilungen von Jahr zu Jahr angezeigt werden. Je breiter das Band auf beiden Seiten des Mittelwerts, desto unbeständiger sind die möglichen Ergebnisse.

Bei Erstellung eines Übersichtsdiagramms berechnet @RISK für jede Zelle im grafisch dargestellten Ausgabebereich den Mittelwert und vier Bandwerte (z. B. das 5. und 95. Perzentil). Diese Punkte werden durch Spannweitenlinien dargestellt. Zwischen den Punkten werden dann Muster für die einzelnen Zellen hinzugefügt. Der Mittelwert und die beiden Bandwerte für diese zusätzlichen Punkte werden mit Hilfe der Interpolation berechnet.

Diagramm-optionen – Registerkarte „Tendenz“

Über die Registerkarte **Tendenz** (Dialogfeld **Diagrammoptionen**) können die Werte festgelegt werden, die im Diagramm **Tendenzübersicht** in den einzelnen Bändern angezeigt werden, und auch die Farben für diese Bänder.



Folgende Optionen stehen auf der Registerkarte **Tendenz** zur Verfügung:

- **Statistiken –** legt die Werte fest, die im Diagramm Tendenzübersicht für **Mittellinie, Innenband** und **Außenband** angezeigt werden. Folgende Einstellungen sind möglich:

  ≠ **Mittellinie** – es kann **Mittelwert, Medianwert** oder **Modus** eingestellt werden

  ≠ **Innenband, Außenband** – zur Auswahl des von jedem Band zu beschreibenden Bereichs. Das Innenband muss immer schmäler als das Außenband sein. Das heißt, Sie müssen eine Satz von Statistiken wählen, die einen größeren Verteilungsbereich für das Außenband als für das Innenband einschließen.

- **Formatierung** – legt die Farbe und Schraffur fest, die von jedem dieser drei Bänder im Diagramm **Tendenzübersicht** verwendet werden.

Box-Plot-Übersicht

In einer **Box-Plot-Übersicht** wird ein Box-Plot für jede Verteilung angezeigt, die für das Übersichtsdiagramm ausgewählt wurde. In einem Box-Plot- oder Box-Whisker-Diagramm wird ein Feld für einen definierten Innenbereich einer Verteilung angezeigt; die „Whisker"-Linien zeigen dagegen die äußere Begrenzung der Verteilung. Die innere Linie im Feld zeigt, wo sich der Mittelwert, Medianwert oder Modus der Verteilung befindet.

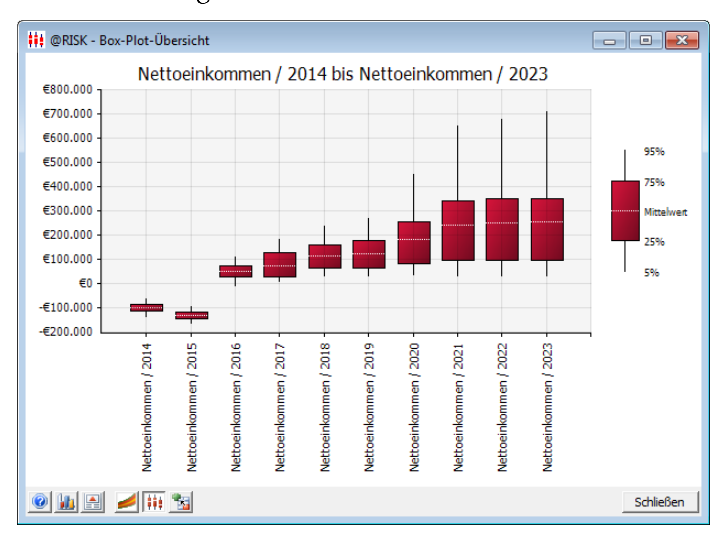
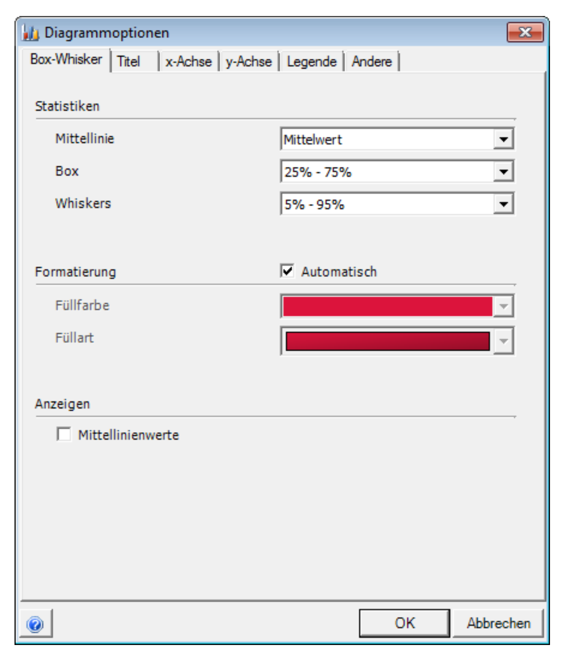


Diagramm-optionen – Registerkarte „Box-Whisker“

Über die Registerkarte **Box-Whisker** (Dialogfeld **Diagrammoptionen**) können die Werte festgelegt werden, die für **Mittellinie, Box** und **Whiskers** in jedem Feld des Diagramms **Box-Plot-Übersicht** verwendet werden. Auch werden auf dieser Registerkarte die Farben für die Felder angegeben.



Folgende Optionen sind auf der Registerkarte **Box-Whisker** verfügbar:

- **Statistiken –** zur Auswahl der Werte, die im Box-Plot-Diagramm für **Mittellinie, Box** und **Whiskers** angezeigt werden sollten. Folgende Einstellungen sind möglich:
  - **Mittellinie** – es kann **Mittelwert, Medianwert** oder **Modus** eingestellt werden
  - **Box** – zum Festlegen des Bereichs, der durch jedes Feld beschrieben wird. Der Bereich für die „Box“ muss immer schmäler als die „Whiskers“ sein. Das heißt, Sie müssen eine Satz von Statistiken wählen, die einen größeren Verteilungsbereich für die Whiskers als für die „Box“ einschließen.
  - **Whiskers –** zur Auswahl der Whisker-Endpunkte
- **Formatierung** – zur Auswahl von Farbe und Schraffur für die Box

Übersichts-diagramme zur Darstellung von mehreren Simulationen

Wenn mehrere Simulationen ausgeführt werden, kann für Sätze von Ergebnisverteilungen in jeder Simulation ein Übersichtsdiagramm erstellt werden. Es ist z. B. oft wünschenswert, die für dieselben Verteilungen erstellten Übersichtsdiagramme in verschiedenen Simulationen zu vergleichen. Durch solch eine Gegenüberstellung kann angezeigt werden, wie sich die Wert- und Risikotendenz für die Verteilungen von Simulation zu Simulation geändert hat.

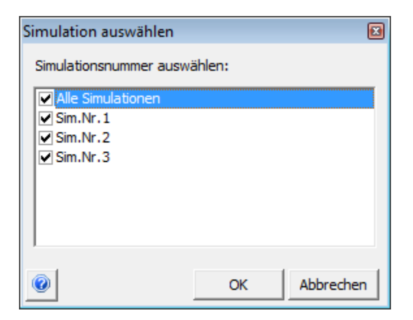
So erstellen Sie ein Übersichtsdiagramm zum Vergleich der Ergebnisse für einen Zellbereich in mehreren Simulationen:

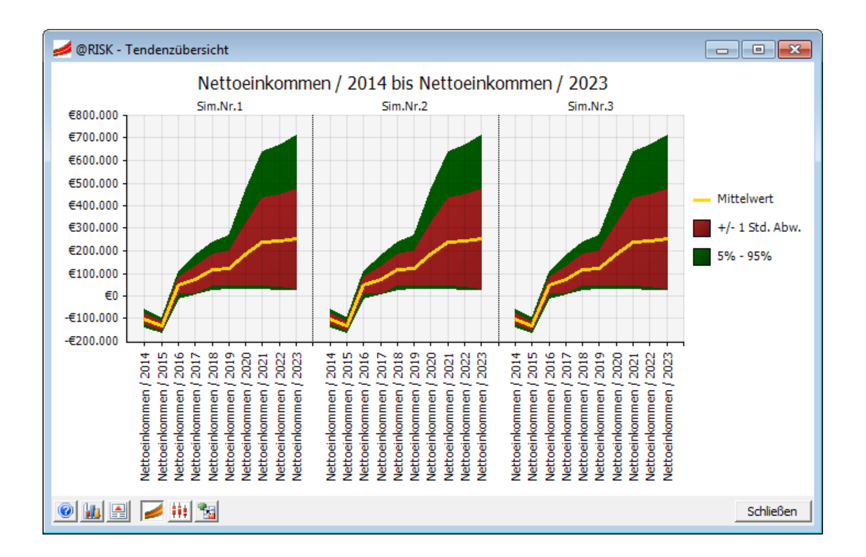
1) Führen Sie mehrere Simulationen aus, indem Sie **Anz. Simulationen** auf einen Wert einstellen, der größer als 1 ist. Verwenden Sie die Funktion ***RiskSimTable***, um Arbeitsblattwerte von Simulation zu Simulation zu ändern.

2) Klicken Sie unten im angezeigten Durchsuchfenster auf das Symbol für **Übersichtsdiagramm,** um diesem Diagramm die erste Zelle hinzuzufügen.

3) Wählen Sie in Excel die Zellen aus, deren Ergebnisse Sie dem Diagramm hinzufügen möchten.

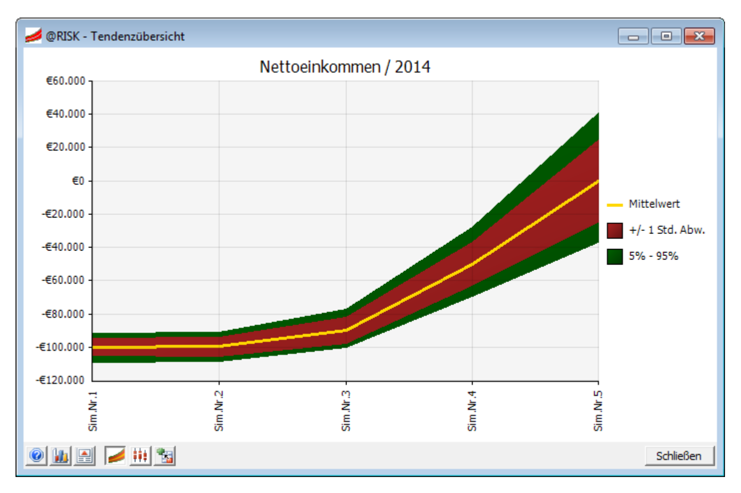
4) Wählen Sie im Dialogfeld die Option **Alle Simulationen**.



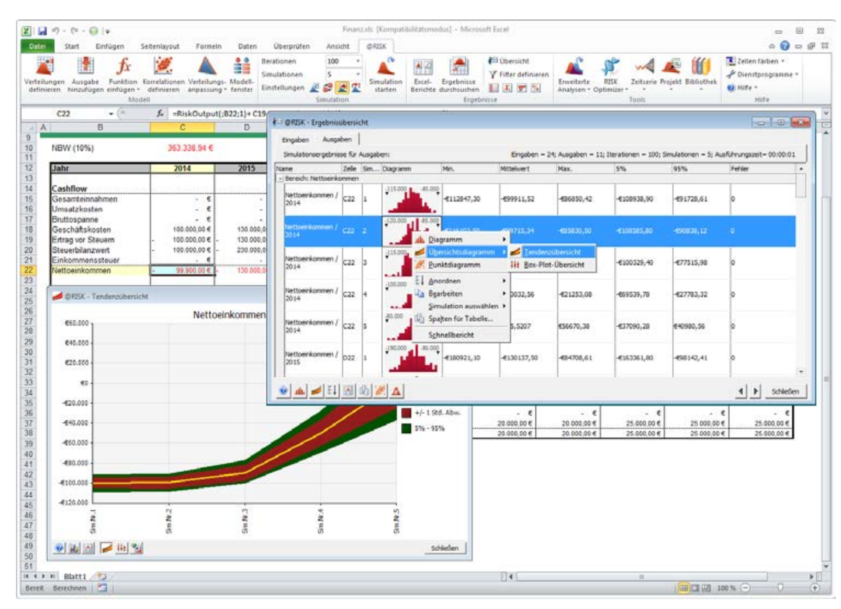


Übersichts-diagramm zum Vergleich eines Einzelergebnisses in mehreren Simulationen

Sie können ein Übersichtsdiagramm erstellen, in dem die Ergebnisse aus einer **Einzelzelle** in **mehreren Simulationen** verglichen werden. Folgen Sie zu diesem Zweck den vorherigen Schritten, aber in *Schritt 3* dürfen Sie in Excel zum Einbeziehen in das Übersichtsdiagramm nur eine einzige Zelle auswählen. Im gezeigten Diagramm sind fünf Parameter aus der Verteilung der Zelle (d. h., zwei obere und zwei untere Bandwerte) in den einzelnen Simulationen zu sehen. Dadurch wird veranschaulicht, wie sich die Verteilung für die Zelle von Simulation zu Simulation verändert hat.



Übersichtsdiagramme mehrerer Simulationen können auch dadurch erstellt werden, dass die für die im Übersichtsdiagramm zu erfassenden Ausgaben oder Eingaben erforderlichen Zeilen je Simulation im @RISK-Ergebnisübersichtsfenster ausgewählt werden. Anschließend müssen Sie dann unten im Fenster auf das Symbol für **Übersichtsdiagramm** klicken (oder in die Tabelle doppelklicken), um **Tendenzübersicht** oder **Box-Plot-Übersicht** zu wählen.



Diagrammformatierung

@RISK-Diagramme verwenden ein neues Grafiksystem, das speziell für die Verarbeitung von Simulationsdaten entwickelt wurde. Diagramme können wie gewünscht angepasst und erweitert werden. Sowohl Titel und Legenden als auch Farben, Skalierung und andere Einstellungen können über die Auswahlen im Dialogfeld **Diagrammoptionen** gesteuert werden. Durch Klicken mit der rechten Maustaste auf ein Diagramm und Auswahl des Befehls **Diagrammoptionen** können Sie das Dialogfeld **Diagrammoptionen** anzeigen lassen. Auch erreichen Sie das gleiche, wenn Sie unten links im Diagrammfenster auf das Symbol für **Diagrammoptionen** klicken.

Es folgt eine Beschreibung der auf den Registerkarten des Dialogfelds **Diagrammoptionen** verfügbaren Optionen. **Hinweis – Es sind nicht immer alle Optionen für sämtliche Diagrammtypen verfügbar. Auch können Optionen evtl. je nach Diagrammtyp unterschiedlich sein.**

Diagramm-optionen – Registerkarte „Titel“

Über die Optionen auf der Registerkarte **Titel** (Dialogfeld **Diagrammoptionen**) werden die Titel oder Bezeichnungen angegeben, die im Diagramm erscheinen sollen. Es kann der Haupttitel des Diagramms und eine Beschreibung eingegeben werden. Falls Sie keinen Titel eingeben, wird @RISK automatisch einen zuweisen, und zwar auf Basis der Namen der grafisch dargestellten Ausgabe- oder Eingabezellen.

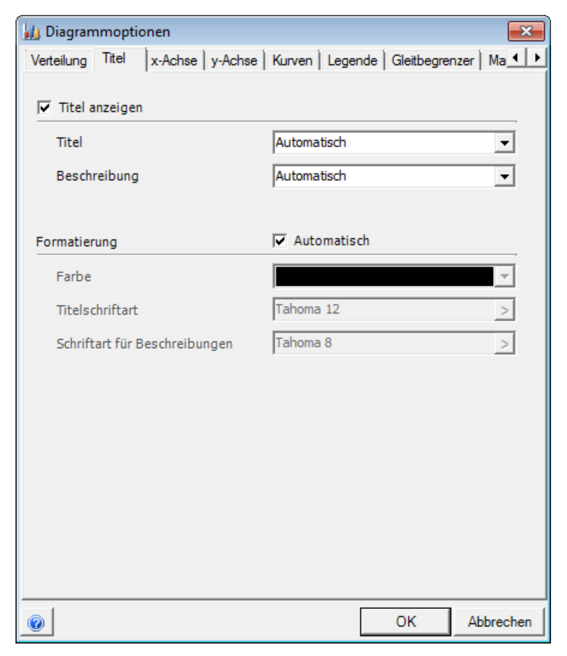
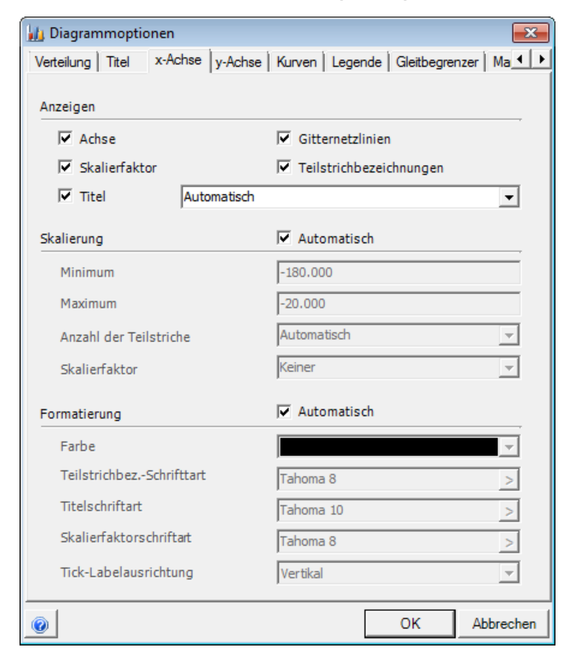


Diagramm-optionen – Registerkarten „x-Achse“ und „y-Achse“

Mithilfe der Registerkarten **x-Achse** und **y-Achse** (Dialogfeld **Diagrammoptionen**) kann festgelegt werden, welche Skalierung und welche Titel in dem Diagramm für die Achsen verwendet werden sollen. Auf den für die Achsen eingegebenen Minimal- und Maximalwert kann ein **Skalierungsfaktor** (z. B. Tausend oder Millionen) angewendet werden. Auch ist es möglich, die Anzahl der Achsen-Ticks zu ändern. Ebenfalls kann die Achsenskalierung direkt im Diagramm geändert werden, und zwar durch Ziehen der Achsenbegrenzungen auf eine neue Minimal- oder Maximalposition. Nachstehend ist das Dialogfeld **Diagrammoptionen** mit der Registerkarte **x-Achse** für ein Verteilungsdiagramm zu sehen.



Hinweis: Je nach verwendetem Diagrammtyp können die auf den Registerkarten „x-Achse“ und „y-Achse“ angezeigten Optionen unterschiedlich sein, da nicht für alle Diagrammtypen (Übersichtsdiagramm, Verteilungsdiagramm, Punktdiagramm usw.) dieselben Skalierungsoptionen verfügbar sind.

Diagramm-optionen – Registerkarte „Kurven“

Durch die Optionen auf der Registerkarte **Kurven** (Dialogfeld **Diagrammoptionen**) werden Farbe, Art und Wertinterpolation für die einzelnen Kurven im Diagramm eingestellt. Die Definition einer Kurve kann sich je nach Diagrammtyp unterschiedlich sein. In einem Histogramm oder Summendiagramm ist eine Kurve beispielsweise mit dem primären Diagramm und jeder Überlagerung verbunden. In einem Punktdiagramm ist eine Kurve dagegen mit jedem im Diagramm gezeigten x-y-Datensatz verknüpft. Durch Klicken auf eine Kurve unter **Kurven:** werden die verfügbaren Optionen für die betreffende Kurve angezeigt.

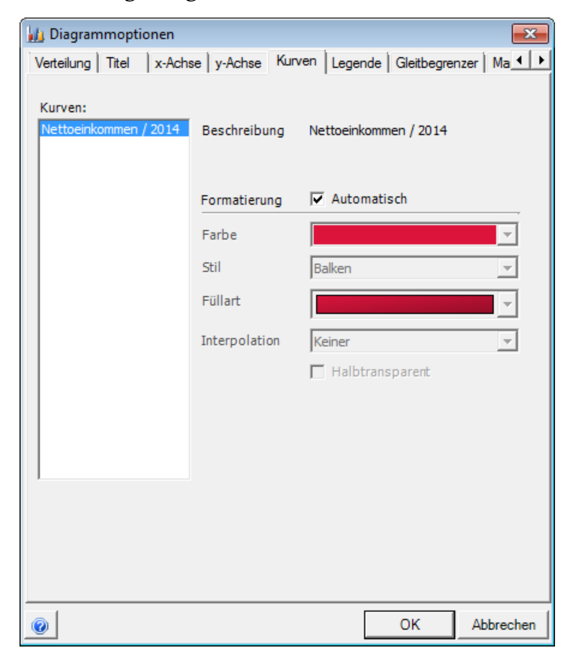
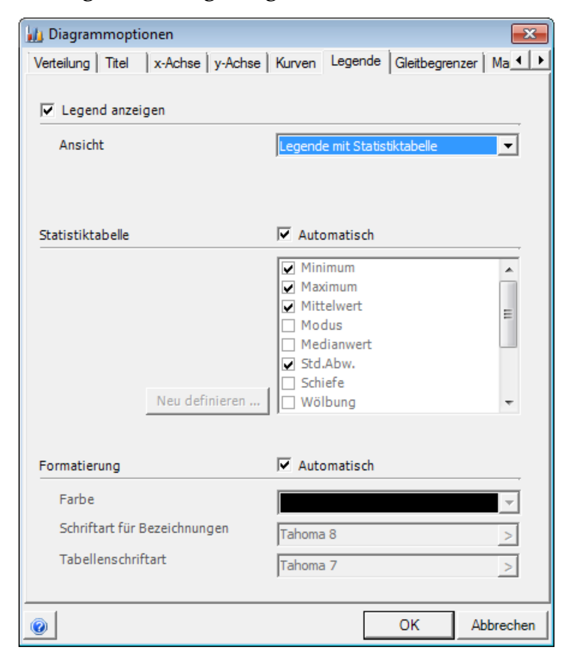


Diagramm-optionen – Registerkarte „Legende“

Über die Optionen auf der Registerkarte **Legende** (Dialogfeld **Diagrammoptionen**) werden Art und Weise angegeben, in der die Statistiken im Diagramm angezeigt werden sollen.



In einem Diagramm können für jede Kurve die Statistiken oder Daten angezeigt werden. Die verfügbaren Statistiken sind je nach angezeigtem Diagrammtyp unterschiedlich. Diese Statistiken können entweder neben dem Diagramm in einem Raster angezeigt werden, das für jede Kurve eine Spalte enthält, oder aber in einer Tabelle, die Teil der Diagramm-Legende ist.

Bei Einfügung des Diagramms in einen Bericht werden diese Legenden-Statistiken automatisch zusammen mit dem Diagramm kopiert. Auch werden die Statistiken bei Ausführung einer Simulation automatisch entsprechend aktualisiert. So ändern Sie die in einer Diagrammlegende angezeigten Statistiken:

1) Deaktivieren Sie die Option **Automatisch**, um eine Anpassung der angezeigten Statistiken zu ermöglichen.

2) Wählen Sie die gewünschten **Statistiken** aus, indem Sie sie mit einem Häkchen versehen.

3) Klicken Sie auf **Redefinieren**, um die Perzentilwerte zu ändern, die (falls gewünscht) berichtet werden.

So entfernen Sie die Statistiken aus einem Diagramm:

- Stellen Sie für **Art** die Option **Einfache Legende** ein.

So entfernen Sie Legende und Statistiken aus einem Diagramm:

- Stellen Sie für **Anzeigen** die Option **Niemals** ein.

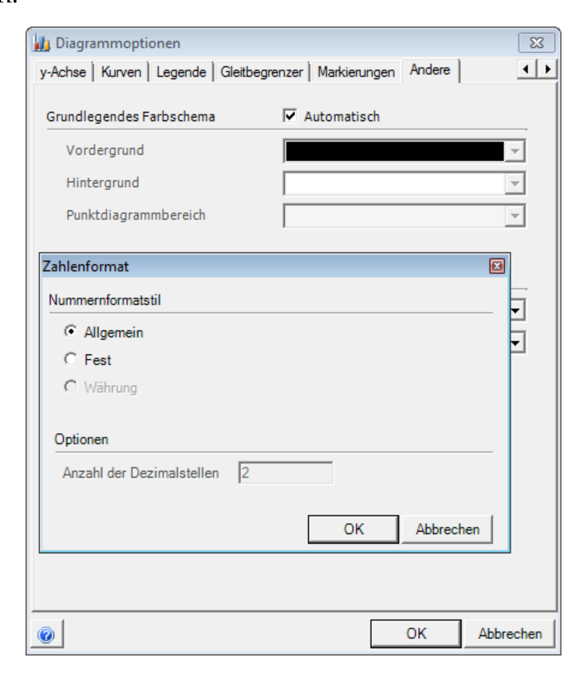
Diagramm-optionen – Registerkarte „Andere“

Mithilfe der Optionen auf der Registerkarte **Andere** (Dialogfeld **Diagrammoptionen**) können Sie andere verfügbare Einstellungen für das angezeigte Diagramm vornehmen. Bei diesen Einstellungen handelt es sich u. a. um das zu verwendende **grundlegende Farbschema** und um die **Formatierung** der im Diagramm angezeigten **Zahlen und Datumswerte**.

Die in einem Diagramm angezeigten Zahlen können formatiert werden, um die gewünschte Genauigkeit anzugeben, und zwar über die Optionen für **Zahlenformate**, die auf der Registerkarte **Andere** eingestellt werden können. Die verfügbaren Formatierungen für Zahlen sind je nach angezeigtem Diagrammtyp unterschiedlich.

Die in einem Diagramm angezeigten Datumswerte können formatiert werden, um die gewünschte Genauigkeit anzugeben, und zwar über die Optionen für **Datumsformate**, die auf der Registerkarte **Andere** eingestellt werden können. Die verfügbaren Formatierungen sind je nach angezeigtem Diagrammtyp unterschiedlich.

In Verteilungsdiagrammen bezieht sich **Statistiken (ohne Einheiten)** auf berichtete Statistiken, wie z. B. Schiefe und Wölbung, die nicht die eigentlichen Werteinheiten des Diagramms einhalten. **Statistiken (mit Einheiten)** bezieht sich auf berichtete Statistiken, wie z. B. Mittelwert und Standardabweichung, die die Einheiten des Diagramms verwenden.



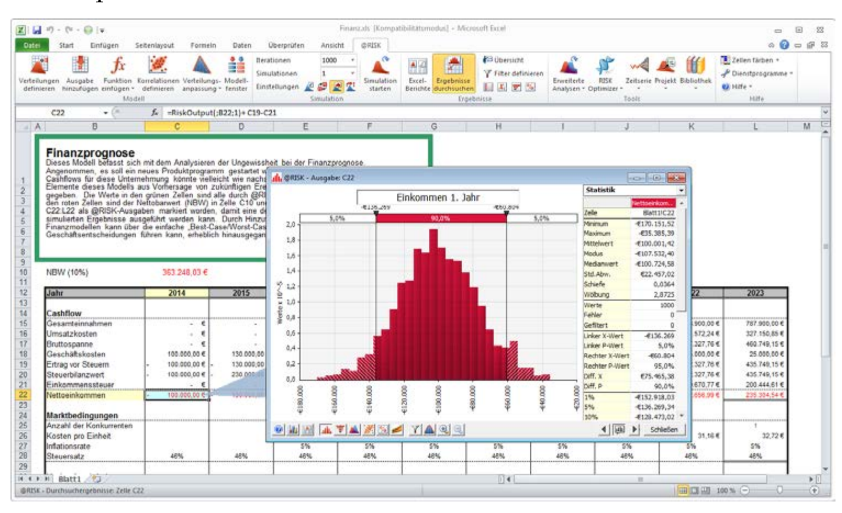
Formatierung durch Klicken aufs Diagramm

Oft können Diagramme einfach **durch Klicken auf das entsprechende Element** im Diagramm formatiert werden. Um z. B. den Titel eines Diagramms zu ändern, klicken Sie einfach auf den Titel und geben dann einen neuen ein.

Folgende Elemente können auf diese Weise direkt im Diagramm formatiert werden:

- **Titel** – einfach im Diagramm auf den Titel klicken und einen neuen eingeben
- **Skalierung der x-Achse** – Endlinie der Achse auswählen und verschieben, um das Diagramm neu zu skalieren
- **Überlagerung löschen** – mit der rechten Maustaste auf die farbige Legende der zu löschenden Kurve klicken und dann **Kurve entfernen** wählen
- **Begrenzerwerte** – Klicken Sie oben im Diagramm einfach auf die Begrenzungsleiste oder auf den über einem Begrenzer befindlichen Wert und geben Sie dann den neuen Wert ein.

Wenn Sie mit der rechten Maustaste auf ein Diagramm klicken, können Sie außerdem im dann erscheinenden Kontextmenü schnell auf Formatierungselemente zugreifen, die mit der angeklickten Stelle verknüpft sind.



Erweiterte Analysen

In @RISK-Professional und @RISK-Industrial haben Sie die Möglichkeit, erweiterte Analysen an Ihrem Modell vorzunehmen. Zu diesen Analysen gehören die **erweiterte Empfindlichkeitsanalyse**, die **Belastungsanalyse** und die **Zielwertsuche**. Mit Hilfe dieser erweiterten Analysen können Sie Ihr Modell ausarbeiten und überprüfen sowie auch viele „Was-wäre-wenn"-Resultate anzeigen lassen.

Durch jede dieser erweiterten Analysen werden in Excel bestimmte Berichte erstellt und die Ergebnisse der jeweils ausgeführten Analyse angezeigt. Alle diese Analysen verwenden jedoch für die Ergebniserstellung die standardmäßigen @RISK-Mehrfachsimulationen. Aus diesem Grund kann das Fenster **@RISK – Ergebnisübersicht** auch zur Überprüfung von Analysenergebnissen verwendet werden. Das ist recht praktisch, wenn Sie Ergebnisse grafisch darstellen möchten, die nicht in den Excel-Berichten enthalten sind, oder wenn Sie Analysendaten detaillierter überprüfen möchten.

Simulationseinstellungen in erweiterten Analysen

Die in @RISK im Dialogfeld **Simulationseinstellungen** angegebenen Einstellungen (mit Ausnahme von **Anzahl Sim.**) sind die gleichen, die in den einzelnen erweiterten Analysen verwendet werden. Da bei vielen erweiterten Analysen zahlreiche Simulationen ausgeführt werden müssen, sollten Sie Ihre Simulationseinstellungen überprüfen, um sicherzustellen, dass bei diesen Analysen mit maximal optimierten Laufzeiten gearbeitet wird. Beim Testen einer erweiterten Analyse sollten Sie beispielsweise die Iterationen auf eine relativ geringe Anzahl einstellen, bis Sie sicher sind, dass die Analyse ordnungsgemäß eingerichtet ist. Anschließend können Sie die Anzahl der Iterationen wieder so einstellen, dass korrekte Simulationsergebnisse gewährleistet sind, und dann eine vollständige erweiterte Empfindlichkeitsanalyse, Belastungsanalyse oder Zielwertsuche ausführen.

Zielwertsuche

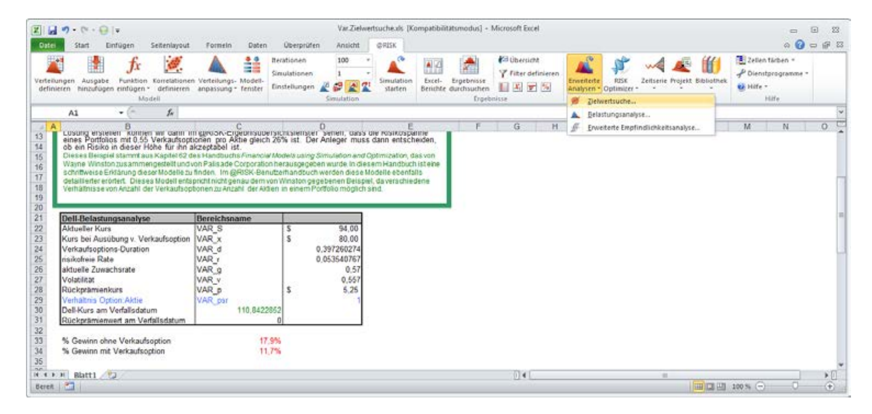
Befehl „Zielwertsuche“

Richtet in @RISK die Zielwertsuche ein und führt diese aus

Die Zielwertsuche ermöglicht Ihnen, nach einer bestimmten simulierten Statistik für eine Zelle zu suchen (z. B. nach dem Mittelwert oder der Standardabweichung), indem der Wert einer anderen Zelle entsprechend angepasst wird. Die Zielwertsuche in @RISK funktioniert so ähnlich wie die standardmäßige Zielwertsuche in Excel. In @RISK arbeitet Zielwertsuche jedoch mit Mehrfachsimulationen, um den anpassbaren Zellwert zu finden, der den von Ihnen gewünschten Ergebnissen am besten entspricht.

Die Zielwertsuche-Funktion ist sehr nützlich, wenn Sie zwar den gewünschten Statistikwert einer Ausgabe, aber nicht den Eingabewert kennen, der zum Erzielen dieses Wertes erforderlich ist. Bei der Eingabe kann es sich um irgendeine Zelle aus Ihrem Excel-Arbeitsbuch handeln. Die Ausgabe kann irgendeine @RISK-Simulationsausgabezelle sein (z. B. eine Zelle, die eine *RiskOutput()*-Funktion enthält). Die Eingabe sollte eine Vorgängerzelle der zielbezogenen Ausgabezelle sein. Bei der Zielwertsuche lässt @RISK den Wert in der Eingabezelle variieren und führt eine vollständige Simulation aus. Dieser Vorgang wird dann so lange wiederholt, bis die entsprechende Simulationsstatistik der Ausgabe dem von Ihnen gewünschten Ergebnis entspricht.

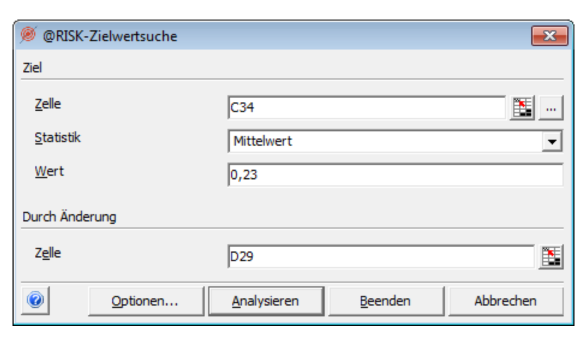
Die Zielwertsuche wird aufgerufen, indem Sie in der @RISK-Symbolleiste über das Symbol für **Erweiterte Analysen** den Befehl **Zielwertsuche** auswählen.



Dialogfeld „Zielwertsuche“ – Befehl „Zielwertsuche”

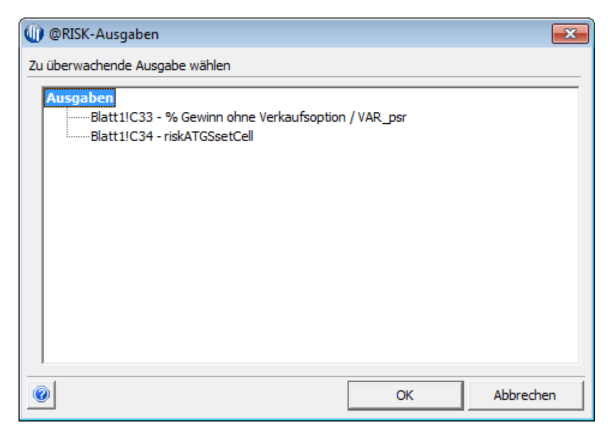
Legt das Ziel und die Änderungszelle für die Zielwertsuche fest

Im Dialogfeld **@RISK Zielwertsuche** sind folgende Optionen verfügbar:



Diese Optionen beschreiben das Ziel, das Sie erreichen möchten:

- **Zelle** – identifiziert den Zellverweis für die Ausgabe, deren Simulationsstatistik Sie auf den eingegebenen Wert einstellen möchten. Diese Zelle muss eine @RISK-Ausgabezelle sein. Falls die Zelle nicht die Funktion ***RiskOutput()*** enthält, werden Sie aufgefordert, diese Funktion hinzuzufügen. Durch Klicken auf die Schaltfläche **...** neben dem Eintrag für **Zelle** kann eine Liste der aktuellen Ausgaben angezeigt werden, aus denen Sie dann eine wählen können:



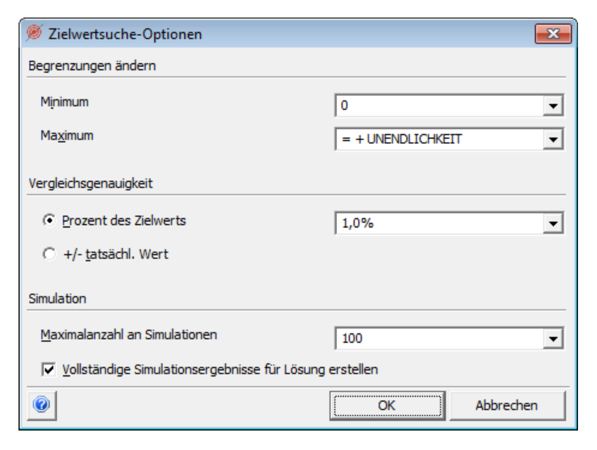
- **Statistik –** ermöglicht Ihnen, die Ausgabestatistik festzulegen, deren Ziel-Konvergenz überwacht werden soll. Die Liste enthält u. a. folgende Statistiken: Minimum, Maximum, Wölbung, Mittelwert, Modus, Medianwert, 5. Perzentil, 95. Perzentil, Schiefe, Standardabweichung und Varianz.
- **Wert** – kennzeichnet den Wert, dem die **Statistik** für den Wert in der **Zelle** sich annähern soll. Mit anderen Worten, dies ist der Wert, die Zielwertsuche zu erreichen sucht.

Die Option **Durch Änderung** kennzeichnet die Einzelzelle, die Zielwertsuche ändern soll, sodass die **Statistik** für **Zelle** sich dem **Wert** annähern kann. Die **Zelle** muss von der **Durch Änderungs**-Zelle abhängig sein, da die Zielwertsuche sonst keine Lösung finden kann.

Dialogfeld „Zielwertsuche-Optionen“ – Befehl „Zielwertsuche”

Stellt die Analysenoptionen für die Zielwertsuche ein

Über dieses Dialogfeld können Sie Parameter einstellen, die den Erfolg und die Qualität der Zielwertsuche-Lösung beeinflussen können. Das Dialogfeld **Zielwertsuche-Optionen** kann durch Klicken auf die Schaltfläche **Optionen** im Dialogfeld **Zielwertsuche** aufgerufen werden.



Folgende Optionen sind für **Begrenzungen ändern** verfügbar:

- **Minimum –** ermöglicht Ihnen, den Minimalwert für die **Änderungszelle** einzustellen. Die Zielwertsuche versucht dann, eine Lösung zwischen dem minimalen und maximalen Zelländerungswert zu finden.
- **Maximum –** ermöglicht Ihnen, den Maximalwert für die **Änderungszelle** einzustellen. Die Zielwertsuche versucht dann, eine Lösung zwischen dem minimalen und maximalen Zelländerungswert zu finden.

- **Vergleichsgenauigkeit** – legt fest, wie genau die tatsächliche Lösung dem Zielwert entsprechen muss. Diese Option kann als Zielwertbereich angezeigt werden, der für die Simulationsstatistik ausreichend ist. Alle Ergebnisse, die in diesen Bereich fallen, werden dann als akzeptable Zielwerte angesehen.

  1) **Prozent des Zielwerts** – gibt die prozentuale Genauigkeit des **Zielwertes** an.

  2) **+/- tatsächl. Wert** – gibt die Genauigkeit in Form der Maximaldifferenz zwischen dem Ziel und dem durch Zielwertsuche in der **Zellen**-Statistik gefundenen Wert an.

- **Maximalanzahl an Simulationen** – gibt an, wie viele Simulationen die Zielwertsuche maximal ausführen wird, um das gewünschte Ziel zu erreichen. Falls eine Lösung vor Abschluss aller Simulationen gefunden wird, werden keine weiteren Simulationen vorgenommen, sondern wird das Dialogfeld **Zielwertsuche-Status** angezeigt.

- **Vollständige Simulationsergebnisse für Lösung erstellen** – Bei Auswahl dieser Option führt die Zielwertsuche nach gefundener Lösung eine zusätzliche Simulation unter Verwendung der betreffenden Werte für die **Änderungszelle** aus. Die Statistiken für diese Simulation werden im Fenster **@RISK – Ergebnisübersicht** angezeigt. Durch diese Option wird der ursprüngliche Wert der **Änderungszelle** in der Kalkulationstabelle zwar nicht durch den neu gefundenen Wert ersetzt, aber Sie können klar sehen, welche Wirkung solch eine Wertänderung haben würde.

Analysieren – Befehl „Zielwertsuche“

Führt eine Zielwertsuche aus

Sobald auf **Analysieren** geklickt wird, durchläuft Zielwertsuche zyklisch folgenden Vorgang, bis der statistische Zielwert erreicht ist, die Maximalanzahl an Simulationen ausgeführt worden ist oder:

1) ein neuer Wert in die Änderungszelle eingegeben wird

2) eine vollständige Simulation aller geöffneten Arbeitsbücher ausgeführt wird, und zwar unter Verwendung der aktuellen, im Dialogfeld **Simulationseinstellungen** angegebenen Einstellungen

3) @RISK die Simulationsstatistik aufzeichnet, die in der **Statistik** für die in der **Zelle** identifizierte Ausgabe ausgewählt wurde. Dieser statistische Wert wird mit dem **Zielwert**-Eintrag verglichen, um zu sehen, ob der Wert dem Ziel entspricht (d. h., ob er innerhalb des unter **Vergleichsgenauigkeit** eingegebenen Bereichs liegt).

Wenn eine Lösung innerhalb der angeforderten Genauigkeit gefunden wird, erscheint automatisch das Dialogfeld **Zielwertsuche-Status**. Dadurch sind Sie dann in der Lage, den Inhalt der **Änderungszelle** durch den Lösungswert zu ersetzen. Durch diesen Schritt wird der gesamte Zellinhalt durch den Lösungswert ersetzt und alle vorher in der Zelle befindlichen Formeln oder Werte gehen verloren.



Es kann sein, dass Zielwertsuche sich zwar dem Ziel nähert, aber nicht in der Lage ist, eine Konvergenz im angeforderten Genauigkeitsbereich zu erreichen. In diesem Fall zeigt die Zielwertsuche Ihnen dann die unter den Umständen bestmögliche Lösung an.

Wie werden Eingabewerte in @RISK Zielwertsuche ausgewählt?

Eine @RISK Zielwertsuche verwendet beim Konvergieren auf ein Ziel eine zweistufige Methode:

1) Wenn nicht mit **minimalem** und **maximalem Zelländerungswert** gearbeitet wird, versucht Zielwertsuche den Zielwert mit Hilfe einer geometrischen Erweiterung um den ursprünglichen Wert herum einzuklammern.

2) Sobald das geschehen ist, verwendet Zielwertsuche die **Ridders-Methode**. Mit Hilfe dieser Methode wird zuerst eine Simulation des Modells durchgeführt, und zwar mit einem Eingabewert, der auf den Mittelpunkt des eingeklammerten Bereichs eingestellt ist. Anschließend wird diese eindeutige Exponential-Funktion so in Faktoren zerlegt, dass sich aus der Restfunktion eine gerade Linie ergibt. Dieser Zielwertsuche-Prozess hat den Vorteil, dass die getesteten Eingabewerte sich stets im geklammerten Bereich befinden und somit so schnell wie möglich eine Lösung gefunden wird. Dies ist ein wesentlicher Vorteil, da es sich bei jedem zyklischen Durchlauf um eine volle Simulation Ihres Modells handelt!

Was passiert, wenn Zielwertsuche keine Lösung findet?

Es ist möglich, dass Zielwertsuche keine Lösung finden kann. Mitunter ist die gewünschte Lösung einfach nicht möglich oder das Modell verhält sich so unberechenbar, dass durch den verwendeten Algorithmus keine Lösung gefunden werden kann. Sie können Zielwertsuche aber beim Konvergieren helfen, indem Sie:

- **Zielwertsuche mit einem anderen Wert in der Änderungszelle starten**. Da es sich beim Iterationsvorgang anfangs um Schätzwerte in der Nähe des ursprünglichen Änderungszellwertes handelt, kann Zielwertsuche vielleicht durch einen anderen Wert in der Änderungszelle geholfen werden.

- **die Einklammerung ändern**. Durch neue Einstellung des **minimalen** und **maximalen Zelländerungswertes** im Dialogfeld **Optionen** kann Zielwertsuche mitunter der Weg zu einer Lösung gezeigt werden.

Hinweis: Zielwertsuche ist nicht dazu geeignet, mit Mehrfachsimulationsmodellen zu arbeiten. Bei RiskSimTable-Funktionen wird der erste Wert in der Tabelle für alle Simulationen verwendet.

Belastungsanalyse

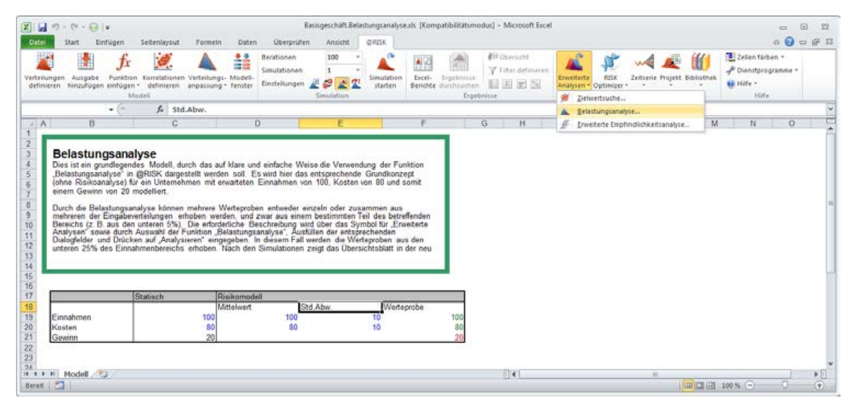
Befehl „Belastungsanalyse“

Richtet die Belastungsanalyse ein und führt diese auch aus

Die Belastungsanalyse macht es Ihnen möglich, die Auswirkungen von Belastungen auf @RISK-Verteilungen zu analysieren. Durch Belastung einer Verteilung werden die aus der Verteilung erhobenen Proben auf Werte zwischen zwei bestimmten Perzentilen beschränkt. Als Alternative kann die Belastung auch durch Angabe einer neuen „Belastungsverteilung“ vorgenommen werden. Die Werteproben werden dann aus dieser Belastungsverteilung und nicht aus der ursprünglichen aus dem Modell stammenden Verteilung erhoben. Bei der Belastungsanalyse können Sie eine Anzahl von @RISK-Verteilungen auswählen und Simulationen ausführen, während diese Verteilungen entweder zusammen in einer Simulation oder aber einzeln in mehreren Simulationen belastet werden. Durch Belastung der ausgewählten Verteilungen können Szenarien analysiert werden, ohne dabei das Modell ändern zu müssen.

Nach Beendigung einer Simulation erhalten Sie aufgrund der Belastungsanalyse eine Reihe von Berichten und Diagrammen, durch die Sie die Auswirkungen der Belastung von bestimmten Verteilungen auf die ausgewählte Modellausgabe analysieren können.

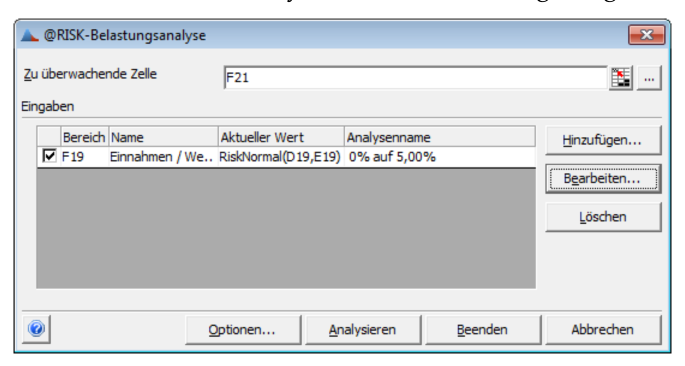
Die Belastungsanalyse wird aufgerufen, indem Sie in der @RISK-Symbolleiste über das Symbol für **Erweiterte Analysen** den Befehl **Belastungsanalyse** auswählen.



Dialogfeld „Belastungsanalyse“ – Befehl „Belastungsanalyse“

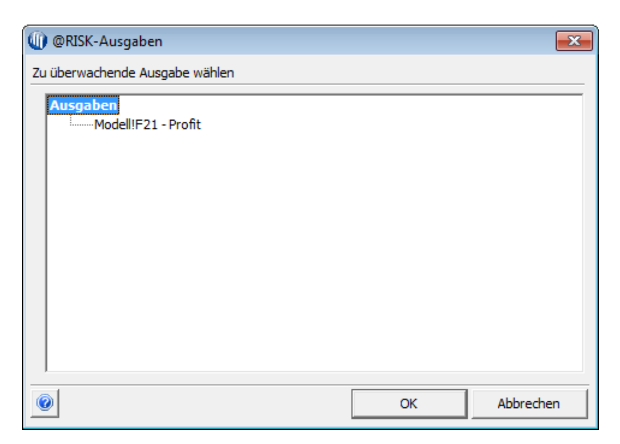
Legt die zu überwachende Zelle fest und listet die Eingaben für eine Belastungsanalyse auf

Das Dialogfeld **Belastungsanalyse** wird dazu verwendet, die Zelle einzugeben, die während der Analyse überwacht werden soll, zusammen mit einer Zusammenfassung der mit einzubeziehenden Eingaben. Auch wird die Analyse über dieses Dialogfeld gestartet.



Im Dialogfeld **Belastungsanalyse** stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- **Zu überwachende Zelle –** Dies ist eine einzelne @RISK-Ausgabe, die beim Belasten der angegebenen @RISK-Verteilungen überwacht werden soll. Die zu überwachende Zelle kann durch Eingabe eines Zellverweises, Klicken auf die betreffende Zelle oder auch durch Klicken auf die Schaltfläche **...** angegeben werden. Bei Anklicken dieser Schaltfläche wird ein Dialogfeld angezeigt, das eine Auflistung aller in derzeit geöffneten Excel-Arbeitsmappen befindlichen @RISK-Ausgaben enthält. Durch Klicken auf die Schaltfläche **...** neben dem Eintrag für **Zu überwachende Zelle** kann eine Liste der aktuellen Ausgaben angezeigt werden, aus denen Sie dann eine wählen können:



Unter **Eingaben** können Sie die zu belastenden @RISK-Verteilungen **bearbeiten, löschen** oder auch diesen Verteilungen weitere **hinzufügen**. Die angegebenen Verteilungen sind in einer Liste enthalten, in der sich außerdem auch Zellbereich, @RISK-Name, aktuelle Verteilung und Analysenname befinden, die bearbeitet werden können.

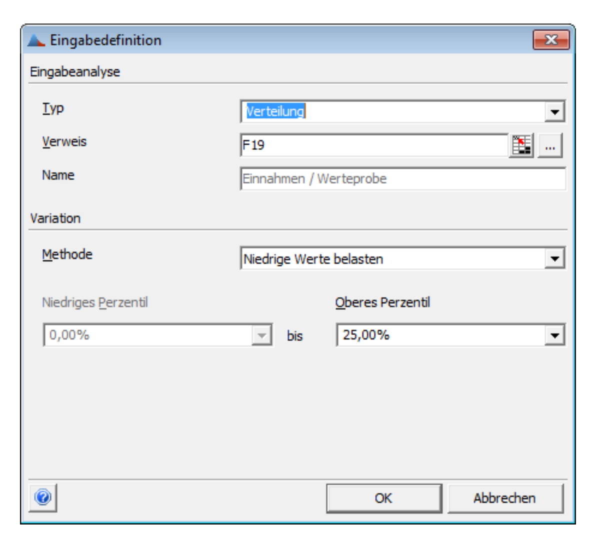
- **Hinzufügen** and **Bearbeiten** – Über die Schaltflächen wird das Dialogfeld **Eingabedefinition** angezeigt. Das ermöglicht Ihnen, die zu belastende @RISK-Verteilung oder den zu belastenden @RISK-Verteilungsbereich anzugeben. Sie können dann unter **Niedrige Werte, Hohe Werte** oder **Spezialbereich** wählen oder auch eine alternative Belastungsverteilung bzw. -formel angeben.

- **Löschen** – Über diese Schaltfläche werden die in der Liste markierten @RISK-Verteilungen permanent aus der Belastungsanalyse entfernt. Um eine Verteilung bzw. einen Verteilungsbereich nur vorübergehend aus der Analyse zu nehmen, ohne diesen zu löschen, müssen Sie auf das neben dem betreffenden Listenposten befindliche Kontrollkästchen klicken, um das Häkchen zu entfernen.

Dialogfeld „Eingabedefinition“ – Befehl „Belastungsanalyse“

Definiert die Eingaben für eine Belastungsanalyse

Das Dialogfeld **Eingabedefinition** ist dazu da, um einzugeben, wie eine bestimmte Eingabe zum Zwecke der Belastungsanalyse geändert werden soll.



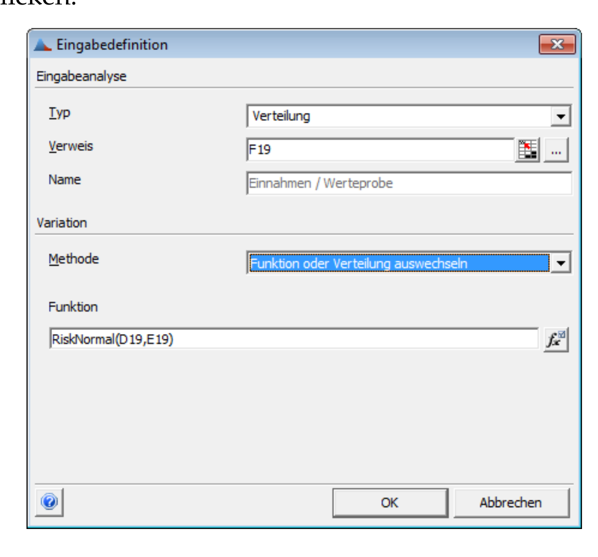
Im Dialogfeld **Eingabedefinition** stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- **Typ** – Für die Belastungsanalyse können nur @RISK-Verteilungen als Eingaben ausgewählt werden, sodass hier nur der Typ **Verteilungen** verfügbar ist.
- **Verweis** – kennzeichnet die zu belastenden Verteilungen. Verteilungen können durch Eingabe der entsprechenden Zellverweise, Auswahl eines Zellbereichs im Arbeitsblatt oder auch durch Anklicken der Schaltfläche **...** angegeben werden, wodurch dann das Dialogfeld **@RISK-Verteilungsfunktionen** geöffnet wird, in dem alle im Modell befindlichen Verteilungen aufgelistet sind.

Über die Optionen unter **Variationsmethode** können Sie einen **Bereich** innerhalb der ausgewählten Wahrscheinlichkeitsverteilungen eingeben, aus dem die Proben erhoben werden sollen. Es ist aber auch möglich, eine Alternativverteilung oder Formel einzugeben, um die ausgewählten Wahrscheinlichkeitsverteilungen dadurch während der Analyse zu ersetzen.

- **Untere Werte belasten** – gibt den unteren Bereich für die Probenerhebung an, der nach unten hin durch den Minimalwert der Verteilung begrenzt ist. Standardmäßig liegt der untere Bereich zwischen 0% und 5%, d. h., es werden nur Werteproben unterhalb des 5. Perzentils der Verteilung erhoben. Es kann aber natürlich auch ein höheres Perzentil eingegeben werden.
- **Obere Werte belasten** – gibt den oberen Bereich für die Probenerhebung ein, der nach oben hin durch den Maximalwert der Verteilung begrenzt ist. Standardmäßig liegt der obere Bereich zwischen 95% und 100%, d. h., es werden nur Werteproben oberhalb des 95. Perzentils der Verteilung erhoben. Falls erwünscht, kann aber auch ein niedrigeres Perzentil eingegeben werden.
- **Spezialwertbereich belasten** – ermöglicht Ihnen, jeden beliebigen Perzentilbereich innerhalb der Verteilung zur Werteprobenerhebung anzugeben.

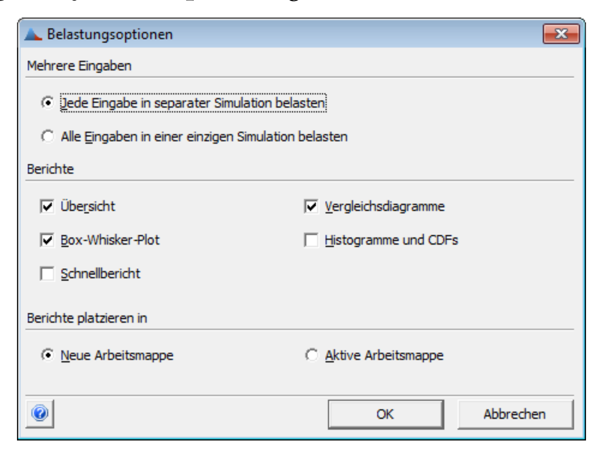
- **Alternativfunktion oder -verteilung** – gibt Ihnen die Möglichkeit, eine alternative @RISK-Verteilungsfunktion (oder irgendeine gültige Excel-Formel) einzugeben, die dann während einer Belastungsanalyse anstelle der ausgewählten Verteilung verwendet wird. Sie können den **Excel-Funktionsassistenten** dazu benutzen, Ihnen bei Eingabe einer Alternativverteilung zu helfen, indem Sie auf das rechts neben dem Feld **Verteilung/Formel** befindliche Symbol klicken.



Dialogfeld „Belastungsoptionen“ – Befehl „Belastungsanalyse“

Stellt die Analyseoptionen für die Belastungsanalyse ein

Über das Dialogfeld **Optionen** kann festgelegt werden, wie belastet werden soll und welche Berichte oder Diagramme erstellt werden sollen. Dieses Dialogfeld wird angezeigt, sobald im Dialogfeld **Belastungsanalyse** auf **Optionen** geklickt wird.



Unter **Mehrere Eingaben** können Sie entweder alle Ihre angegebenen @RISK-Verteilungen während einer Simulation belasten oder auch eine separate Simulation für jede einzelne @RISK-Verteilung ausführen lassen.

- **Jede Eingabe in separater Simulation belasten** – kennzeichnet, dass für jeden eingegebenen Belastungsbereich eine vollständige Simulation ausgeführt werden soll. Das Belasten der Eingabe ist die einzige Änderung, die in diesem Fall während der einzelnen Simulationen am Modell vorgenommen wird. Die Anzahl der Simulationen entspricht dabei der Anzahl der eingegebenen Belastungsbereiche.

- **Alle Eingaben in einer einzigen Simulation belasten** – kennzeichnet, dass nur eine Simulation unter Verwendung aller eingegebenen Belastungsbereiche ausgeführt werden soll. Die Simulationsergebnisse beziehen dann die Auswirkungen aller Belastungsbereiche mit ein.

Unter **Berichte** können Sie auswählen, welche Berichte und Diagramme bei Abschluss der Belastungssimulationen erstellt werden sollen. Hier können Sie unter **Übersicht, Box-Whisker-Plot**, **Vergleichsdiagrammen, Histogrammen**, **Summenverteilungsfunktionen** und **Schnellberichten** wählen. Weitere Informationen über die durch eine Belastungsanalyse erstellten Berichte können Sie in diesem Abschnitt unter **Berichten** finden.

Unter **Berichte platzieren in** haben Sie die Möglichkeit, die Ergebnisse im aktiven Arbeitsbuch oder in einer neuen Arbeitsmappe abzulegen.

- **Neue Arbeitsmappe** – Alle Berichte werden in einer neuen Arbeitsmappe abgelegt.
- **Aktive Arbeitsmappe** – Alle Berichte werden in der aktiven Arbeitsmappe zusammen mit dem Modell abgelegt.

Analysieren – Befehl „Belastungsanalyse“

Führt eine Belastungsanalyse aus

Sobald Sie die **zu überwachende Zelle** ausgewählt und mindestens eine zu belastende @RISK-Verteilung angegeben haben, können Sie auf **Analysieren** klicken, um die Analyse auszuführen. Die Analyse führt eine oder mehrere Simulationen aus, durch die die Probenerhebung aus den ausgewählten @RISK-Verteilungen auf die angegebenen Belastungsbereiche beschränkt wird bzw. auf die Ersatzwerte, wenn Sie alternative Belastungsverteilungen oder Formeln eingegeben haben. Die Ergebnisse aus den während der Belastungsanalyse ausgeführten Simulationen werden in From eines Übersichtsblattes und mehrerer Belastungsanalysen-Diagramme angezeigt.

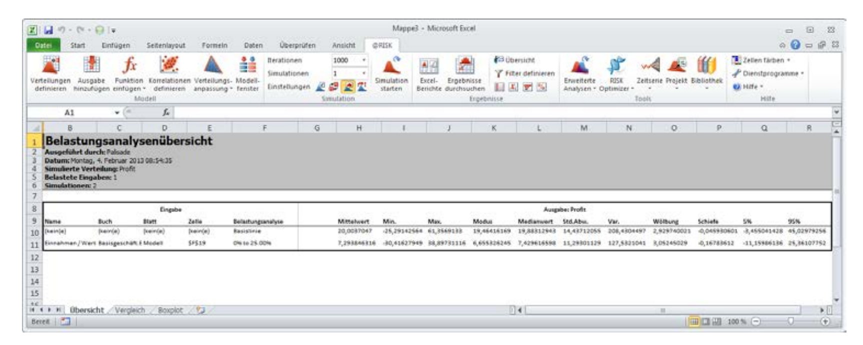
Diese Ergebnisse sind aber auch im Fester **@RISK – Ergebnisübersicht** verfügbar. Sie sind daher in der Lage, die Ergebnisse noch weitgehender zu analysieren.

Durch eine Belastungsanalyse werden u. a. folgende Berichte erstellt:

- **Übersichtsbericht**
- **Box-Whisker-Plots**
- **Vergleichsdiagramme**
- **Histogramme**
- **Summenverteilungsfunktionen**
- **Schnellberichte**

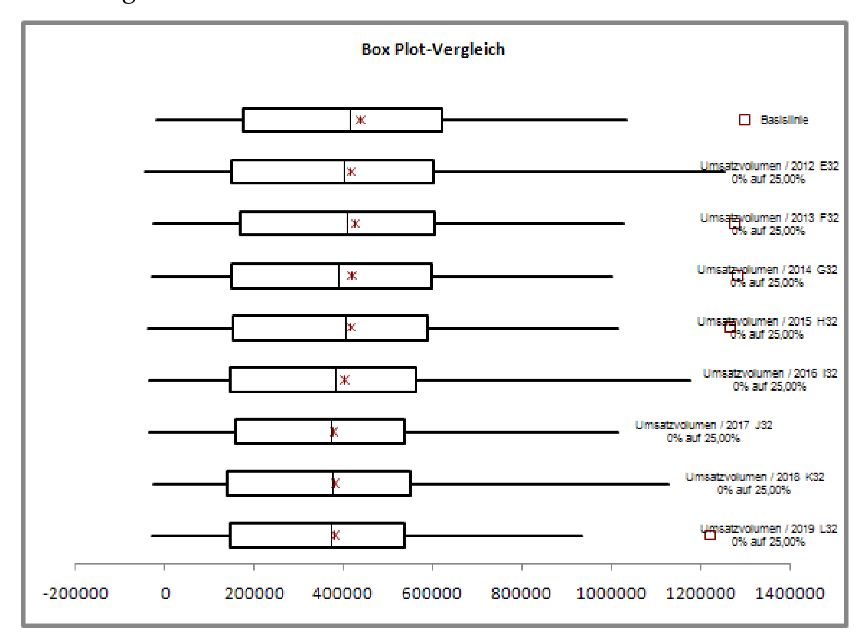
Übersichtsbericht

Durch Übersichtsberichte werden die belasteten Eingaben und die entsprechenden Statistiken der überwachten Ausgabe beschrieben. Es handelt sich dabei u. a. um folgende Werte: Mittelwert, Minimum, Maximum, Modus, Standardabweichung, Varianz, Wölbung, Schiefe, 5. Perzentil und 95. Perzentil.



Box-Whisker-Plot

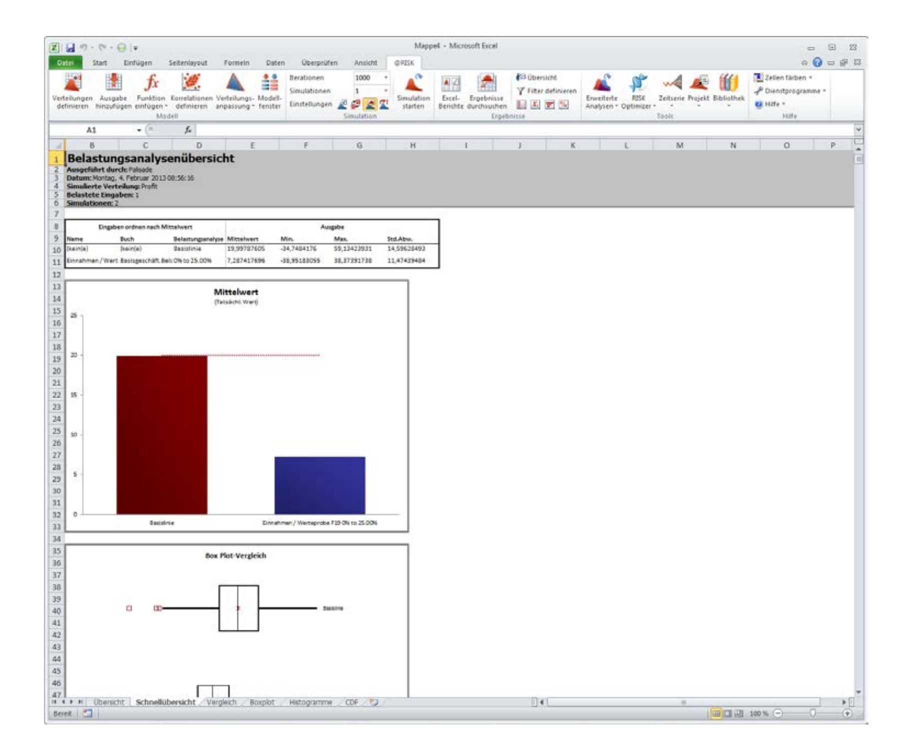
Durch das **Box-Whisker-Plot** wird ein allgemeiner Hinweis auf die überwachte Ausgabe gegeben, indem Mittelwert, Medianwert und außenliegende Perzentile beschrieben werden.



Links und rechts im Feld sind die Indikatoren für das erste und das dritte Quartil. Die senkrechte Linie im Feld stellt den Medianwert dar und das X bezeichnet die Position des Mittelwertes. Aus der Breite des Feldes geht der interquartile Bereich (IQR) hervor. Der IQR entspricht dem 75. Perzentil-Datenpunkt minus dem 25. Perzentil-Datenpunkt. Die von den Seiten des Feldes ausgehenden Horizontallinien kennzeichnen den ersten Datenpunkt, der weniger als 1,5 IQR außerhalb des unteren Feldrandes liegt, und den letzten Datenpunkt, der weniger als 1,5 IQR außerhalb des oberen Feldrandes liegt. Milde Ausreißer, die als leere Quadrate erscheinen, sind Datenpunkte, die zwischen 1,5 und 3,0 IQR außerhalb des Feldes liegen. Extreme Ausreißer, die als ausgefüllte Quadrate erscheinen, sind Punkte, die mehr als 3,0 IQR von den Rändern entfernt außerhalb des Feldes liegen.

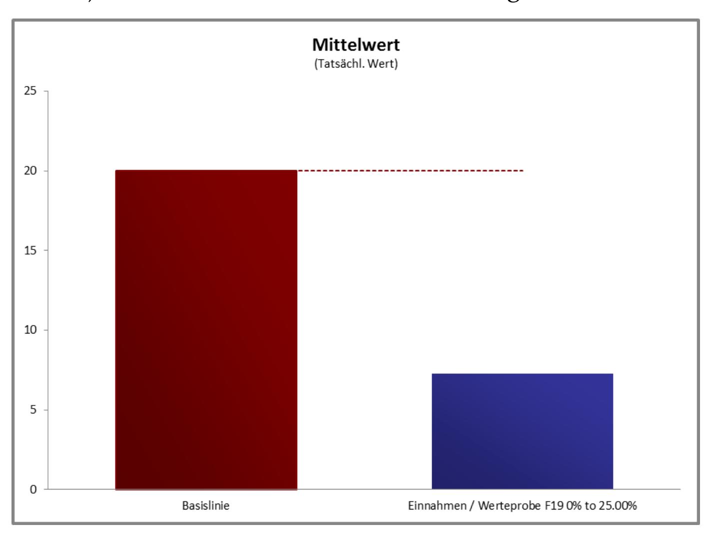
Schnellbericht

Ein Schnellbericht gibt Ihnen eine einseitige Übersicht über die gesamte Belastungsanalyse. Dieser Bericht nimmt stets nur eine Standardseite in Anspruch.



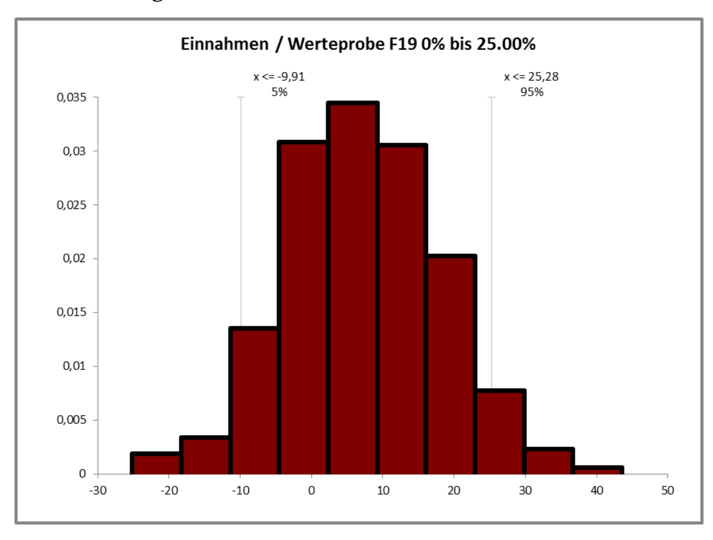
Vergleichsdiagramm

Durch die vier **Vergleichsdiagramme** werden Mittelwert, Standardabweichung, 5. Perzentil und 95. Perzentil der einzelnen angegebenen @RISK-Eingaben (oder wird eine Kombination aus diesen) mit der Basislinien-Simulation verglichen.



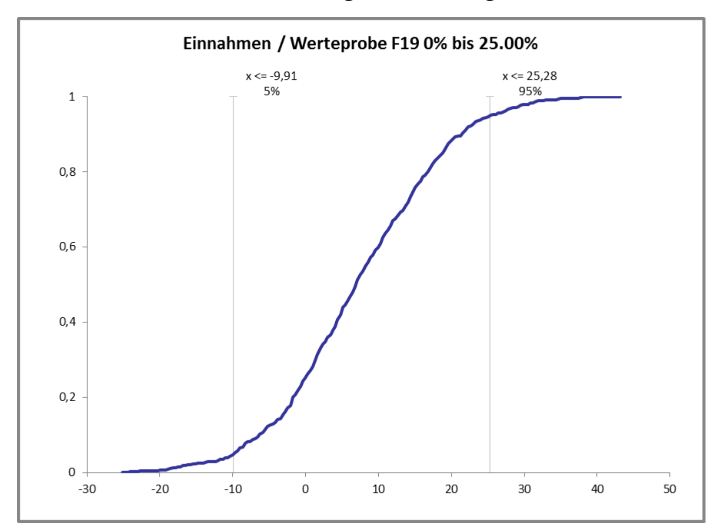
Histogramm

Bei **Histogrammen** handelt es sich um standardmäßige @RISK-Histogramme, die die überwachte Ausgabe der einzelnen belasteten Eingaben (oder eine Kombination aus diesen) und die Basislinien-Simulation grafisch darstellen.



Summenübersicht

Summenverteilungsfunktionen (CDFs) sind standardmäßige, kumulativ aufsteigende @RISK-Dichtediagramme. Auch ist ein Übersichts-CDF für alle Eingaben verfügbar.



Erweiterte Empfindlichkeitsanalyse

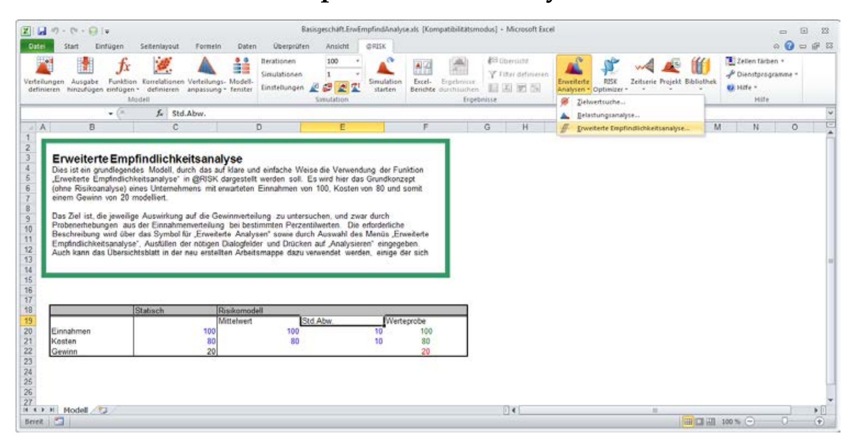
Befehl „Erweiterte Empfindlichkeitsanalyse“

Richtet die erweiterte Empfindlichkeitsanalyse ein und führt diese auch aus

Die erweiterte Empfindlichkeitsanalyse ermöglicht Ihnen, die Auswirkungen von Eingaben auf @RISK-Ausgaben zu analysieren. Eine Eingabe kann entweder aus einer @RISK-Verteilung oder einer Zelle in Ihrem Excel-Arbeitsbuch bestehen. Mit Hilfe dieser Analyse können Sie eine Reihe von @RISK-Verteilungen oder Arbeitsblattzellen auswählen und Probesimulationen bei variierenden Eingaben über den ganzen Bereich ausführen. Mittels erweiterter Empfindlichkeitsanalyse kann jeweils eine vollständige Simulation bei Verwendung verschiedener möglicher Werte für eine Eingabe ausgeführt und können dann die Simulationsergebnisse für die einzelnen Werte genau protokolliert werden. Aus diesen Ergebnissen geht die Auswirkung des sich ändernden Eingabewertes auf die Simulationsresultate hervor. Genau wie bei der standardmäßigen @RISK-Empfindlichkeitsanalyse zeigt die erweiterte Empfindlichkeitsanalyse die Empfindlichkeit einer @RISK-Ausgabe gegenüber einer bestimmten Eingabe.

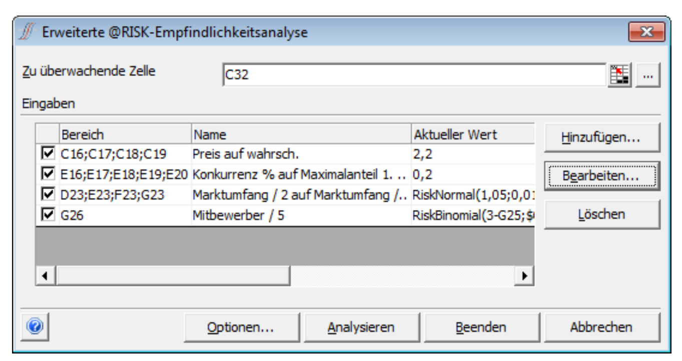
Diese Analyse kann dazu verwendet werden, die Empfindlichkeit einer @RISK-Ausgabe gegenüber den Eingabeverteilungen im Modell zu prüfen. Bei solchem Testen einer @RISK-Verteilung führt @RISK eine Reihe von Simulationen für die Eingabe aus. Jede Simulation wird mit einem anderen Eingabeverteilungswert vorgenommen, und zwar über den ganzen Min.-Max.-Bereich der Verteilung. In der Regel bestehen diese Schrittwerte aus verschiedenen Perzentilwerten der Eingabeverteilung.

Die erweiterte Empfindlichkeitsanalyse wird aufgerufen, indem Sie in der @RISK-Symbolleiste über das Symbol für **Erweiterte Analysen** den Befehl **Erweiterte Empfindlichkeitsanalyse** auswählen.



Dialogfeld „Erweiterte Empfindlichkeitsanalyse" – Befehl „Erweiterte Empfindlichkeitsanalyse"

Legt die zu überwachende Zelle fest und listet die Eingaben für eine erweiterte Empfindlichkeitsanalyse auf



Im Dialogfeld **Erweiterte Empfindlichkeitsanalyse** stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- **Zu überwachende Zelle –** Dies ist eine einzelne @RISK-Ausgabe, die bei Ausführung der verschiedenen Simulationen überwacht werden soll, während schrittweise die möglichen Eingabewerte durchgenommen werden. Die zu überwachende Zelle kann durch Eingabe eines Zellverweises, Klicken auf die betreffende Zelle oder auch durch Klicken auf die Schaltfläche **...** angegeben werden. Bei Anklicken dieser Schaltfläche wird ein Dialogfeld angezeigt, das eine Auflistung aller in derzeit geöffneten Excel-Arbeitsbüchern befindlichen @RISK-Ausgaben enthält.

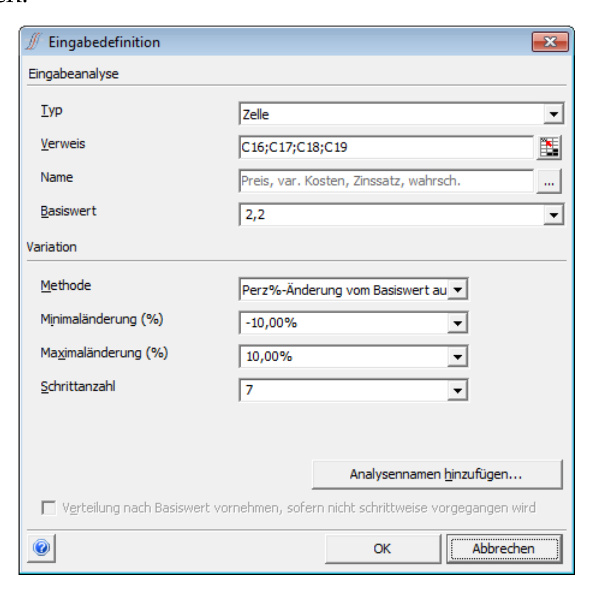
Über die unter **Eingaben** befindlichen Optionen können Sie die Arbeitsblattzellen und @RISK-Verteilungen, die in die Analyse mit einbezogen werden sollen, nach Belieben **bearbeiten, löschen** oder auch neue Zellen oder Verteilungen zum Analysieren **hinzufügen**. Die angegebenen Zellen und Verteilungen sind in einer Liste enthalten, die außerdem auch den Zellbereich, den @RISK-Namen, die aktuelle Verteilung und den Analysennamen anzeigt, der nötigenfalls bearbeitet werden kann.

- **Hinzufügen** and **Bearbeiten** – Über diese Schaltflächen wird das Dialogfeld **Eingabedefinition** angezeigt. Das ermöglicht Ihnen, entweder eine einzelne @RISK-Verteilung bzw. Arbeitsblattzelle oder aber einen ganzen Bereich von @RISK-Verteilungen oder Arbeitsblattzellen zum Analysieren anzugeben.
- **Löschen** – Mit Hilfe dieser Schaltfläche können Sie Eingaben aus der erweiterten Empfindlichkeitsanalyse vollkommen entfernen. Wenn eine Eingabe oder eine Gruppe von Eingaben nur vorübergehend aus der Analyse entfernt, aber nicht gelöscht werden soll, können Sie in der betreffenden Zeile der Liste auf das Kontrollkästchen klicken, um das Häkchen zu entfernen.

Eingabedefinition – Befehl „Erweiterte Empfindlichkeitsanalyse“

Definiert die Eingaben in einer erweiterten Empfindlichkeitsanalyse

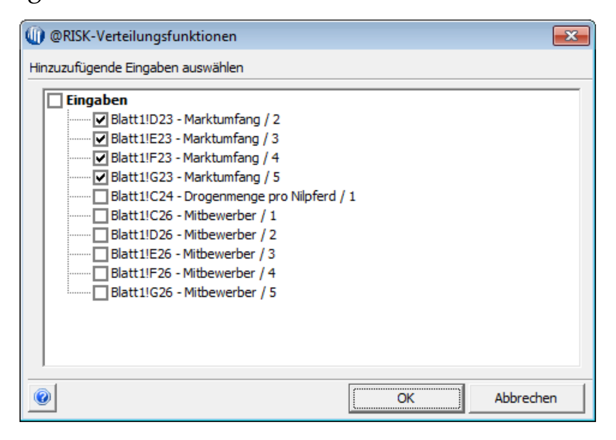
Über das Dialogfeld **Eingabedefinition** können Sie den **Typ** der Eingabe sowie auch den **Namen**, einen **Basiswert** und Daten eingeben, die die **möglichen Werte für die Eingabe** beschreiben, die in der Empfindlichkeitsanalyse getestet werden soll. Jeder von Ihnen für eine Eingabe eingegebene Wert wird einzeln durch eine vollständige Simulation analysiert. Nachstehend werden die im Dialogfeld **Eingabedefinition** verfügbaren Optionen näher beschrieben:



Im Dialogfeld **Eingabedefinition** stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- **Typ –** Durch den Typ wird die Art der einzugebenden Eingabe beschrieben (entweder **Verteilung** oder **Arbeitsblattzelle**). Mit anderen Worten, bei den Eingaben für eine erweiterte Empfindlichkeitsanalyse kann es sich entweder um in Ihre Arbeitsblattformeln eingegebene **@RISK-Verteilungen** oder um **Arbeitsblattzellen** handeln.

- **Verweis –** Durch den Verweis wird angegeben, wo sich das Arbeitsblatt mit den Eingaben befindet. Wenn Sie Verteilungseingaben auswählen, können Sie auf die Schaltfläche **...** klicken, wodurch dann das Dialogfeld **@RISK-Verteilungsfunktionen** geöffnet wird, in dem alle Verteilungen aus sämtlichen geöffneten Arbeitsblättern aufgelistet sind.

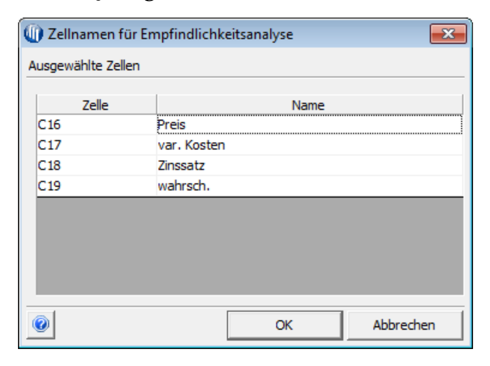


- **Name – –** Im Feld **Name** erscheint der Name der Eingabe(n). Falls Sie Verteilungseingaben auswählen, wird der vorhandene @RISK-Name für die einzelnen Eingaben angezeigt. Wenn Sie einen anderen Namen für eine Verteilung verwenden möchten, können Sie den @RISK-Namen ändern, indem Sie in Excel der Verteilung eine **RiskName**-Funktion hinzufügen oder den Namen im @RISK-Modellfenster entsprechend bearbeiten.

Wenn Sie dagegen Arbeitsblattzellen als Eingaben auswählen, kann der Name einer Eingabe direkt in das Namensfeld eingegeben werden. Bei Auswahl eines Eingabebereichs, sind im Namensfeld die Namen der einzelnen Zellen zu sehen, und zwar jeweils durch Komma getrennt.



Diese Namen können direkt im Namensfeld unter Beibehaltung des durch Komma getrennten Formats bearbeitet werden, oder Sie können auch auf **...** klicken, wodurch das Dialogfeld **Zellnamen für Empfindlichkeitsanalyse** geöffnet wird.



Zellnamen werden im Dialogfeld **Eingabedefinition** ausschließlich zum Zwecke der erweiterten Empfindlichkeitsanalyse definiert. Diese Namen werden im @RISK-Ergebnisübersichtsfenster und in den durch die erweiterte Empfindlichkeitsanalyse erstellten Berichten verwendet, erscheinen aber nicht in Ihrem Excel-Modell.

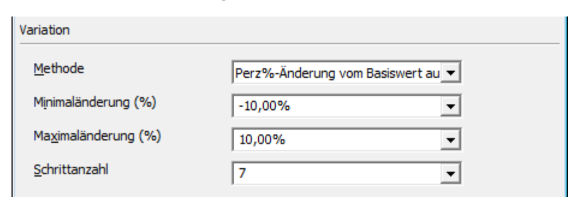
- **Basiswert** Der **Basiswert** wird dazu verwendet, die Folge der schrittweisen Werte für eine Eingabe festzulegen, und auch als Bezugspunkt im **Änderungs (%)-Diagramm**. Der Basiswert ist besonders wichtig, wenn Sie einen **Variationsmethode** anwenden möchten, der eine Änderung von Basis aus darstellt, wie z. B. bei **+/- %-Änderung von Basis aus**. Normalerweise ist der Basiswert der Wert, der bei Neuberechnung des Arbeitsblatts durch Excel für eine Verteilung oder Zelle berechnet wird, aber Sie können diesen Wert auch ändern. Hinweis: Wenn die Verteilung oder Zelle beim Wert 0 entspricht und der Basiswert auf **Automatisch** eingestellt ist, dürfen Sie bei Verwendung der Option **+/- %-Änderung von Basis aus** als Basiswert keinen Nullwert eingeben.

Punktdiagramm

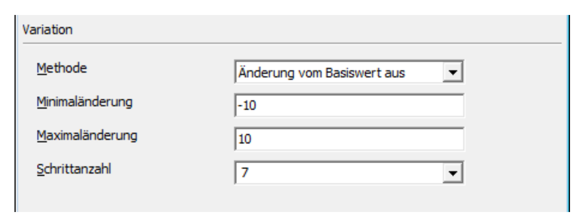
Durch die Optionen unter **Punktdiagramm** wird die Art der Streuung beschrieben, die zur Auswahl der Werte verwendet wird, die in Ihren Eingaben getestet werden sollen. Während der Analyse werden die Eingaben schrittweise einer Reihe von möglichen Werten unterzogen und wird bei jedem Wert eine volle Simulation ausgeführt. Die Streuung bestimmt die Art dieses Bereichs, entweder **+/- %-Änderung von Basis aus, Änderung von Basiswert aus, Werte von Minimum bis Maximum, Perzentile einer Verteilung, Wertetabelle** oder **Tabelle aus Excel-Bereich.** Diese verschiedenen Streuungsmethoden ermöglichen sehr viel Flexibilität in der Beschreibung der Werte, die für eine Eingabe getestet werden sollen. Je nach ausgewählter Streuungsmethode ändern sich die Eingabeinformationen bezüglich Definition des tatsächlichen Bereichs und der Schrittwerte (wie nachstehend im Dialogfeld **Eingabedefinition** zu sehen ist).

Nachstehend werden die einzelnen Streuungsmethoden und zugehörigen Bereiche und Werteinträge beschrieben.

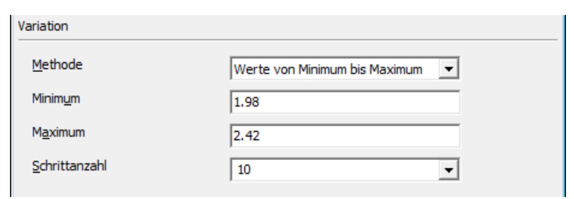
- **Perz%-Änderung vom Basiswert aus** – Bei dieser Streuungsmethode ergeben sich der erste und der letzte Wert in der Schrittfolge aus der Inkrementierung oder Dekrementierung des **Basiswertes** der Eingabe, und zwar um die unter **Min. Änderung (%)** und **Max. Änderung (%)** angegebenen %-Werte. Die Zwischenwerte sind gleichmäßig verteilt und die Anzahl der zu testenden Werte wird über **Schrittanzahl** eingestellt.



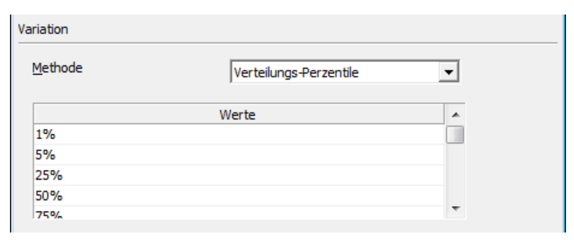
- **Änderung vom Basiswert aus** – Bei dieser Steuungsmethode ergeben sich der erste und der letzte Wert in der Schrittfolge durch Hinzufügung der unter **Min. Änderung** und **Max. Änderung** angegebenen Werte zum Basiswert. Die Zwischenwerte sind gleichmäßig verteilt und die Anzahl der zu testenden Werte wird über **Schrittanzahl** eingestellt.



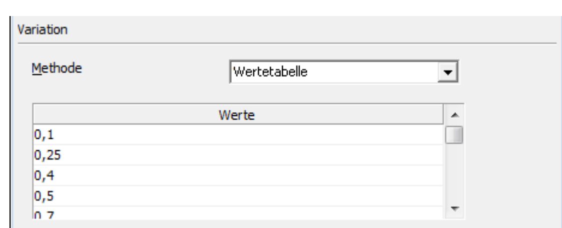
- **Werte von Minimum bis Maximum** – Bei dieser Steuungsmethode beginnt die Schrittfolge mit dem **Minimum**-Wert und endet mit dem **Maximum**-Wert. Die Zwischenwerte sind gleichmäßig verteilt und die Anzahl der zu testenden Werte wird über **Schrittanzahl** eingestellt.



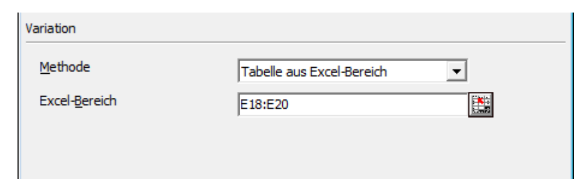
- **Verteilungs-Perzentile** – Diese Steuungsmethode wird nur verwendet, wenn als Eingabetyp **Verteilung** ausgewählt ist. In diesem Fall werden die Schritte in Form von Perzentilen der ausgewählten @RISK-Verteilung angegeben und es können bis zu 20 Schritte definiert werden. Während der Analyse sind die Perzentilwerte für die Eingabe so festgelegt, wie sie aus der Eingabeverteilung berechnet wurden.



- **Wertetabelle** – Bei dieser Streuungsmethode geben Sie die Schrittfolge für die Werte direkt in eine Tabelle ein, die sich rechts im Dialogfeld **Eingabedefinition** befindet. Der Basiswert wird hier nicht verwendet, da die von Ihnen eingegebenen Werte getestet werden.

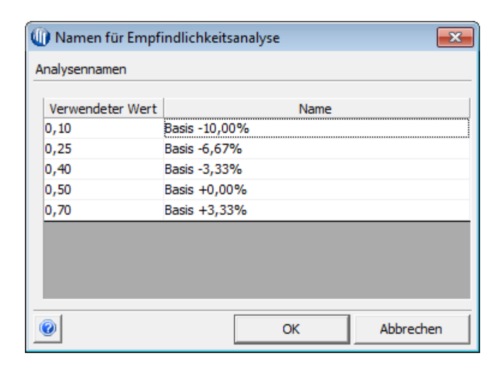


- **Tabelle aus Excel-Bereich** – Bei dieser Streuungsmethode werden die Werte für die Schrittfolge aus dem Bereich der Arbeitsblattzellen genommen, der unter **Excel-Bereich** eingegeben wurde. Dieser Bereich kann jede beliebige Anzahl an Werten enthalten, aber es muss berücksichtigt werden, dass für jeden Wert in diesem Bereich eine vollständige Analyse erforderlich ist.



Analysensamen hinzufügen

Durch Klicken auf die Schaltfläche **Analysennamen hinzufügen** kann jedem in einer erweiterten Empfindlichkeitsanalyse zu testendem Eingabewert ein beschreibender Name hinzugefügt werden. Dieser Name wird benutzt, um die Simulation zu identifizieren, wenn für eine Eingabe ein bestimmter Wert verwendet werden soll. Durch diese Namen sind Ihre Berichte besser lesbar und lassen sich auch einzelne Simulationen leichter identifizieren, wenn die Ergebnisse später im Fenster **@RISK – Ergebnisübersicht** überprüft werden sollen.

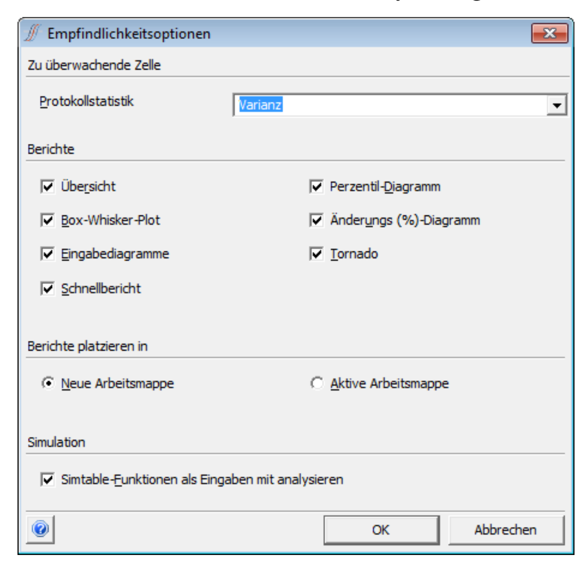


Das Dialogfenster **Namen für Empfindlichkeitsanalyse** ermöglicht Ihnen, bei jedem schrittweisen Eingabewert einen Namen für die damit verbundene Simulation einzugeben. Anfangs ist jeweils der von @RISK erstellte Standardname zu sehen, den Sie dann aber nötigenfalls ändern können.

Optionen – Befehl „Erweiterte Empfindlichkeitsanalyse“

Definiert die Analysenoptionen für eine erweiterte Empfindlichkeitsanalyse

Über das Dialogfeld **Empfindlichkeitsoptionen** können Sie die Ausgabestatistik auswählen, die während der Empfindlichkeitsanalyse ausgewertet werden soll, sowie auch die zu erstellenden Berichte identifizieren und das gewünschte Verhalten von @RISK-Simulationstabellen in der Analyse angeben.



Dieses Dialogfeld kann durch Klicken auf die Schaltfläche **Optionen** im Hauptdialogfeld **Erweiterte Empfindlichkeitsanalyse** aufgerufen werden und stellt Ihnen folgende Optionen zur Verfügung:

- **Protokollstatistik** – gibt Ihnen die Möglichkeit, eine bestimmte Statistik anzugeben, die Sie während der einzelnen Simulationen für die @RISK-Ausgabe überwachen möchten. In den Vergleichsdiagrammen und Berichten aus der Analyse wird dann von Simulation zu Simulation für diese Statistik die jeweilige Wertveränderung angezeigt.

- **Berichte –** Unter **Berichte** können Sie auswählen, welche Berichte zum Abschluss der Empfindlichkeitsanalyse erstellt werden sollen. Folgende Berichte sind möglich: **Übersicht**, **Box-Whisker-Plot**, **Eingabediagramme**, **Schnellbericht**, **Perzentil-Diagramm**, **Änderungs (%)-Diagramm** und **Tornado-Diagramm**.

Weitere Informationen über die einzelnen Berichte können Sie in diesem Abschnitt unter **Berichte** finden.

Unter **Berichte platzieren in** haben Sie die Möglichkeit, die Ergebnisse im aktiven Arbeitsbuch oder in einem neuen Arbeitsbuch abzulegen.

- **Neue Arbeitsmappe** – Alle Berichte werden in einer neuen Arbeitsmappe abgelegt.
- **Aktive Arbeitsmappe** – Alle Berichte werden in der aktiven Arbeitsmappe zusammen mit dem Modell abgelegt.

Simtable-Funktionen als Eingaben mit analysieren

Wenn Arbeitsblätter auf Empfindlichkeit analysiert werden und diese Arbeitsblätter ***RiskSimTable***-Funktionen enthalten, werden durch diese Option die durch RiskSimTable angegebenen Werte mit in die Analyse einbezogen. Sofern ***Simtable*-Funktionen als Eingaben mit analysieren** ausgewählt ist, werden alle geöffneten Arbeitsbücher gescannt, um nach *RiskSimTable*-Funktionen zu suchen. Durch die erweiterte Empfindlichkeitsanalyse wird dann Schritt für Schritt durch die Werte gegangen, die in Form von Argumenten in den *RiskSimTable*-Funktionen angegeben sind, und bei jedem Wert wird eine vollständige Simulation ausgeführt. Die anschließend erstellten Berichte zeigen dann die Empfindlichkeit der Ausgabestatistik gegenüber:

1) der im Dialogfeld **Erweiterte Empfindlichkeitsanalyse** vorgenommenen Eingabenstreuung und
2) der Streuung der Werte aus den *Simtable*-Funktionen.

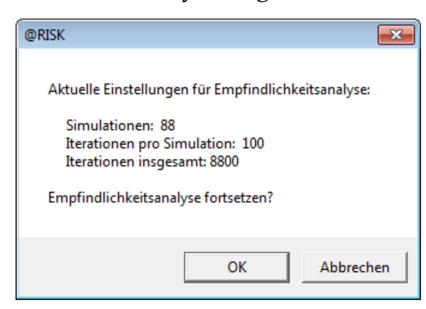
Diese Option ist besonders nützlich, wenn eine erweiterte Empfindlichkeitsanalyse an einem für Multi-Simulationen eingerichteten @RISK-Modell ausgeführt wird. Mithilfe von Simtable-Funktionen und der Fähigkeit von @RISK, mehrere Simulationen auszuführen, kann auf einfachem Wege festgestellt werden, wie sich die Simulationsergebnisse ändern, wenn ein Eingabewert unter Verwendung der *Simtable*-Funktion durch Simulation verändert wird. Diese Analyse ist ähnlich der erweiterten Empfindlichkeitsanalyse. Durch Auswahl der Option **Simtable-Funktionen als Eingaben mit analysieren** und Ausführung einer erweiterten Empfindlichkeits-Analyse können mühelos mehrere Simulationsmodelle ohne zusätzliches Setup in alle Berichte und Diagramme der erweiterten Empfindlichkeitsanalyse mit einbezogen werden.

Weitere Informationen über die Funktion ***RiskSimTable*** sind im Abschnitt **@RISK: Funktionen** in diesem Handbuch zu finden.

Analysieren – Befehl „Erweiterte Empfindlichkeitsanalyse“

Führt eine erweiterte Empfindlichkeitsanalyse aus

Wenn der Benutzer auf **Analysieren** klickt, wird ihm ein kleines Dialogfeld mit Anzahl der Simulationen, Iterationen pro Simulation und Iterationen insgesamt angezeigt. Über dieses Dialogfeld kann die erweiterte Empfindlichkeitsanalyse abgebrochen werden.



Wenn eine weniger umfangreiche, schnellere Analyse gewünscht wird, kann der Benutzer hier über **Abbrechen** im Dialogfeld **Simulationseinstellungen** die **Anzahl der Iterationen** pro Simulation, die Anzahl der **zu analysierenden Eingaben** oder die Anzahl der Werte in der mit der jeweiligen Eingabe verbundenen Reihenfolge (d. h. Anzahl der Schritte oder Tabellenposten) ändern.

Bei Ausführung einer Empfindlichkeitsanalyse finden für jede Eingabe folgende Schritte statt:

1) Der im Arbeitsblatt vorhandene Zellwert oder die @RISK-Verteilung wird durch einen einzigen Eingabeschrittwert ersetzt.

2) Es wird eine volle Simulation des Modells vorgenommen.

3) Es werden die Simulationsergebnisse für die zu überwachende Ausgabezelle erfasst und gespeichert.

4) Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis Simulationen für alle möglichen Schrittwerte der Eingabe ausgeführt worden sind.

Die Ergebnisse der Empfindlichkeitsanalyse sind auch im Fenster **@RISK – Ergebnisübersicht** verfügbar, in dem sie noch weitergehend analysiert werden können.

Berichte

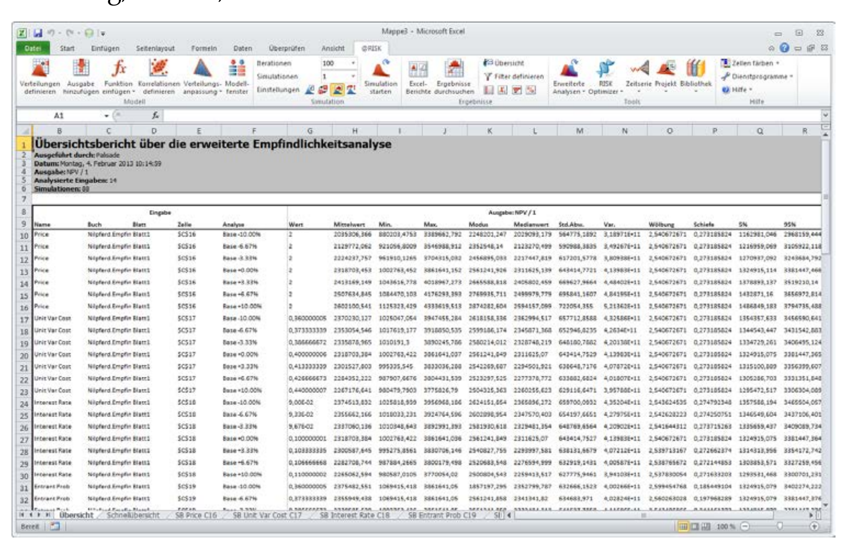
Im Zusammenhang mit der erweiterten Empfindlichkeitsanalyse sind folgende Berichte verfügbar:

- **Übersicht**
- **Box-Whisker-Plot**
- **Eingabediagramme**
- **Schnellberichte**
- **Perzentil-Diagramm**
- **Änderungs (%)-Diagramm**
- **Tornado-Diagramm**

Alle diese Berichte werden in Excel erstellt, und zwar entweder in der Arbeitsmappe, in der sich Ihr Modell befindet, oder aber in einer neuen Arbeitsmappe. Nachstehend werden diese Berichte näher beschrieben.

Übersicht

Im **Übersichtsbericht** werden die Werte beschrieben, die den analysierten Eingaben zugewiesen sind, sowie auch die zugehörigen Statistiken der überwachten Ausgabe: Mittelwert, Minimum, Maximum, Modus, Medianwert, Standardabweichung, Varianz, Wölbung, Schiefe, 5. Perzentil und 95. Perzentil.



Eingabe und Box-Whisker-Plots

Durch den Bericht **Eingabediagramme** ist zu sehen, wie sich die protokollierte Simulationsstatistik durch die unter Verwendung der ausgewählten Schrittwerte für die Eingabe ausgeführten Simulationen geändert hat. Dieser Bericht schließt folgende Diagramme ein:

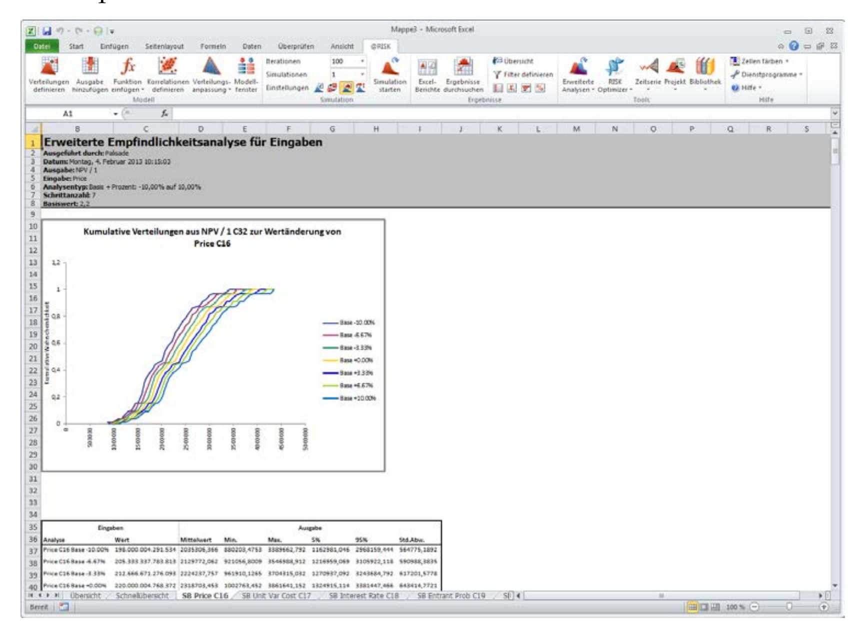
- **Liniendiagramm** – zeichnet den Wert der protokollierten Simulationsstatistik für die Ausgabe auf und vergleicht diesen mit dem Wert, der in den einzelnen Simulationen für die Eingabe verwendet wurde. Im Liniendiagramm ist je ein Punkt für die einzelnen Simulationen vorhanden, wenn die erweiterte Empfindlichkeitsanalyse schrittweise für eine bestimmte Eingabe ausgeführt wurde.

- **Überlagerte Summenverteilung –** zeigt die Summenverteilung für die Ausgabe in den einzelnen Simulationsabläufen, und zwar bei jedem Schrittwert für die Eingabe. Es ist nur eine Summenverteilung für jede Simulation vorhanden, wenn die erweiterte Empfindlichkeitsanalyse schrittweise für eine bestimmte Eingabe ausgeführt wurde.

- **Box-Whisker-Plots** – kennzeichnen in den einzelnen Simulationsabläufen für die Eingabe generell die Ausgabeverteilung und beschreiben Mittelwert, Medianwert und Ausreißer-Perzentile. Bei schrittweiser Ausführung der erweiterten Empfindlichkeitsanalyse für die Eingabe ist für jeden Simulationsablauf ein Box-Whisker-Plot vorhanden. Weitere Informationen über die Box-Whisker-Diagramme können Sie in diesem Handbuch unter **Belastungsanalyse** finden.

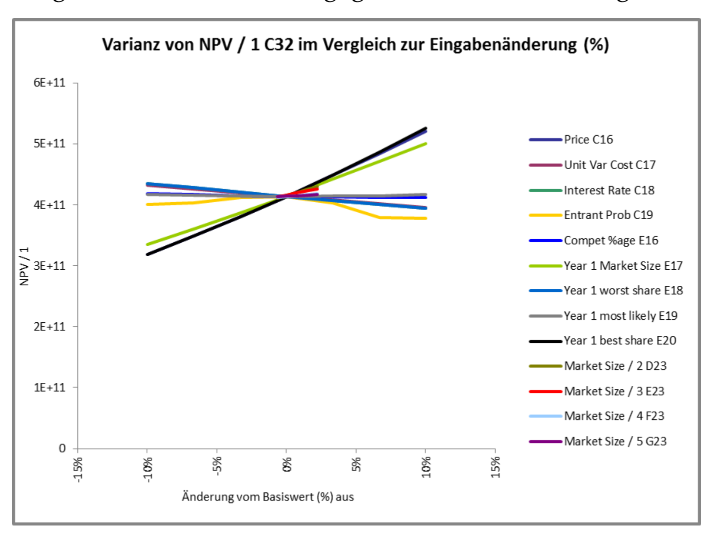
Schnellbericht

Schnellberichte bieten Ihnen einseitige Übersichten über die gesamte erweiterte Empfindlichkeitsanalyse oder aber über eine bestimmte Eingabe in dieser Analyse. Diese Berichte nehmen stets nur eine Seite in Anspruch.



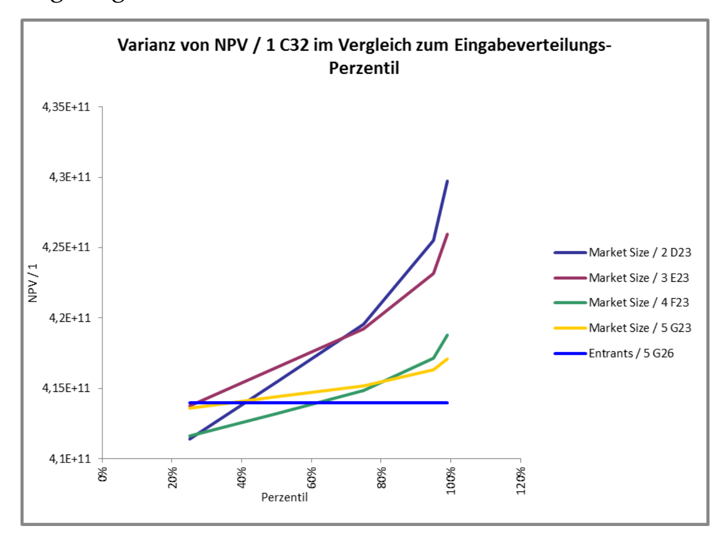
Änderungs (%)-Diagramm

In diesem Diagramm wird die Statistik für die **zu überwachende Zelle** aufgezeichnet und mit den einzelnen ausgewählten Eingaben unter **%-Änderung von Basis aus** verglichen. Der Eingabewert auf der x-Achse wird dadurch berechnet, dass die einzelnen getesteten Eingabewerte mit dem eingegebenen Basiswert verglichen werden.



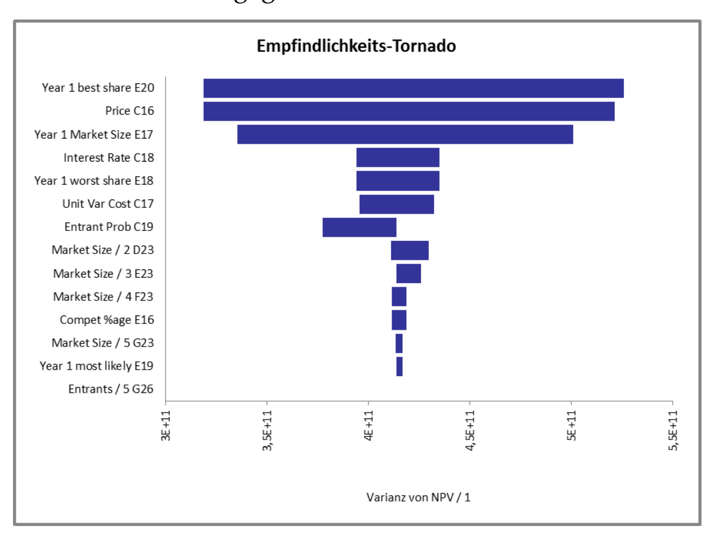
Perzentil-Diagramme

Durch dieses Diagramm wird die Statistik für die **zu überwachende Zelle** aufgezeichnet und mit den Perzentilen der einzelnen @RISK-Verteilungen verglichten, die für den Schritttyp **Verteilungs-Perzentile** ausgewählt wurden. Hinweis: Nur Eingaben, bei denen es sich um @RISK-Verteilungen handelt, werden in diesem Diagramm angezeigt.



Tornado

Im **Tornado-Diagramm** ist ein Balken für jede Eingabe zu sehen, die für die Analyse definiert wurde. Dadurch wird der Minimal- und Maximalwert angezeigt, der bei variierenden Eingabewerten durch die Statistik der angegebenen **zu überwachenden Zelle** erfasst wird.



RISKOptimizer

Einführung



RISKOptimizer verknüpft die Simulation mit der Optimierung und ermöglicht dadurch das Optimieren von Modellen, die unbestimmte Faktoren enthalten. RISKOptimizer kann durch Anwendung von leistungsstarken Optimierungstechniken und der Monte Carlo-Simulation optimale Problemlösungen finden, die für standardmäßige lineare und nicht lineare Optimierungsprogramme praktisch unlösbar sind. Durch RISKOptimizer wird die Simulationstechnik von @RISK mit dem Optimierungssystem von Evolver, der gentechnischen, auf Algorithmen basierten Lösungsanwendung von Palisade und dem beliebten Optimierungsprogramm OptQuest kombiniert. Benutzer, die mit dem Evolver oder dem Solver in Excel vertraut sind, sollten mit RISKOptimizer kaum Schwierigkeiten haben.

Warum RISKOptimizer?

Durch RISKOptimizer erscheinen Optimierungsprobleme in einem vollkommen anderen Licht. Wenn Probleme Variablen enthalten, über die Sie keinen Einfluss haben und deren Wert nicht bekannt sind, können mithilfe von RISKOptimizer trotzdem optimale Lösungen gefunden werden. Mit derzeitigen Optimierungsprogrammen, wie z. B. **Solver** (für lineare und nicht lineare Lösungen in Excel) und **Evolver** (einer auf gentechnischen und OptQuest-Optimierungsmethoden basierenden Software von Palisade Corporation) können keine optimalen Lösungen gefunden werden, wenn in einem Modell für unbestimmte Faktoren ganze Bereiche von möglichen Werten eingegeben werden.

Herkömmliche Optimierungs probleme

Bei den üblichen, in Excel mithilfe von Solver oder Evolver analysierten Optimierungsproblemen handelt es sich meistens um:

- eine Ausgabe- oder Zielzelle, die minimiert oder maximiert werden soll
- einen Satz von Eingabezellen oder anpassbaren Zellen, deren Werte gesteuert werden können
- einen Satz von Beschränkungen, die eingehalten werden müssen und oft durch Ausdrücke wie COSTS<100 oder A11>=0 angegeben werden

Während einer Optimierung in Solver oder Evolver werden die anpassbaren Zellen innerhalb der von Ihnen angegebenen, zulässigen Bereiche geändert. Das Modell wird für jeden Satz von möglichen anpassbaren Zellen neu berechnet und somit ein neuer Wert für die Zielzelle generiert. Bei Abschluss der Optimierung ergibt sich auf diese Weise eine optimale Lösung (oder Kombination von anpassbaren Zellwerten). Diese Lösung stellt eine Kombination der anpassbaren Zellwerte dar, die den besten Wert (d. h. den Minimal- oder Maximalwert) für die Zielzelle ergibt und gleichzeitig auch den eingegebenen Beschränkungen entspricht.

Optimierung unbestimmter Modelle

Bei einem Modell mit unbestimmten Elementen können jedoch weder mit Solver noch mit Evolver optimale Lösungen gefunden werden. In der Vergangenheit wurde die Unbestimmtheit in vielen Optimierungsmodellen einfach ignoriert, wodurch diese Modelle zwar unrealistisch, aber dennoch optimierbar waren. Falls ein Versuch unternommen wurde, durch Simulation optimale Werte zu finden, wurde zur Suche von möglichen anpassbaren Zellwerten auf iterativer Basis praktisch „rohe Gewalt“ angewandt. Mit anderen Worten, es wurde eine anfängliche Simulation ausgeführt und diese dann durch das Ändern von ein oder mehr Werten so lange wiederholt, bis es nach einer optimalen Lösung aussah. Dies ist ein langwieriger Prozess und es ist gewöhnlich auch nicht klar, wie die Werte von einer Simulation zur nächsten am besten zu ändern sind.

Mithilfe von RISKOptimizer kann die in einem Modell vorhandene Ungewissheit jetzt mit einbezogen und können zuverlässige, optimale Lösungen, die diese Unbestimmtheit berücksichtigen, generiert werden. In RISKOptimizer wird die Simulation dazu verwendet, mit der im Modell vorhandenen Unbestimmtheit fertig zu werden. Außerdem werden fortschrittliche Optimierungsmethoden dazu benutzt, mögliche Werte für die anpassbaren Zellen zu generieren. Das Ergebnis dieser „Simulationsoptimierung" ist eine Kombination aus Werten für die anpassbaren Zellen, wodurch die Statistik für die Simulationsergebnisse der Zielzelle minimiert oder maximiert werden kann. Vielleicht soll z. B. eine Kombination aus anpassbaren Zellwerten gefunden werden, durch die der Mittelwert der Wahrscheinlichkeitsverteilung in der Zielzelle maximiert oder die Standardabweichung minimiert werden kann.

Unbestimmtheit in der Modellierung

Bei Unbestimmtheit in der Modellierung ermöglicht RISKOptimizer das Beschreiben von möglichen Werten für jedes beliebige Kalkulationstabellenelement, und zwar mithilfe der in @RISK verfügbaren Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen. Der Wert 10 könnte z. B. in einer Kalkulationstabellenzelle durch die *@RISK*-Funktion =*RiskNormal(10;2)* ersetzt werden. Dadurch würde angegeben, dass die möglichen Werte für die Zelle durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung mit einem Mittelwert von 10 und einer Standardabweichung von 2 beschrieben werden können.

Optimierung mittels Simulation

Beim Optimieren führt RISKOptimizer eine vollständige Simulation jeder möglichen Probelösung aus, die durch OptQuest oder das GA-basierte Optimierungsprogramm von Evolver generiert wird. In jeder Iteration der Probelösungssimulation werden in der Kalkulationstabelle Werteproben aus den Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen erhoben und wird dann ein neuer Wert für die Zielzelle erstellt. Das Probelösungsergebnis aus der Simulation ist schließlich die Statistik für die Verteilung der Zielzelle, die minimiert oder maximiert werden soll. Dieser Wert wird dann an das Optimierungsprogramm zurückgegeben und durch die gentechnischen Algorithmen dazu verwendet, neue und bessere Probelösungen zu generieren. Für jede neue Probelösung wird eine andere Simulation ausgeführt und ein anderer Wert für die Zielstatistik generiert.

Genau wie bei den herkömmlichen Optimierungsprogrammen, können auch in RISKOptimizer die einzuhaltenden Beschränkungen eingegeben werden. Beschränkungen können entweder bei jeder Iteration einer Simulation (**Iterationsbeschränkung**) oder zu Ende jeder Simulation (**Simulationsbeschränkung**) aktiviert werden. Bei Iterationsbeschränkungen handelt es sich gewöhnlich um typische Solver- oder Evolver-Beschränkungen, wie z. B. A11>1000, in welchem Fall sich dann der Wert in Zelle A11 während der Simulation nicht ändert. Simulationsbeschränkungen sind dagegen Beschränkungen, die auf eine Statistik über Verteilung von Simulationsergebnissen für eine in Ihrem Modell angegebene Zelle verweisen. Eine typische Simulationsbeschränkung wäre z. B. *„Mittelwert von A11>1000“*, was bedeutet, dass der Mittelwert der Verteilung aus den Simulationsergebnissen für Zelle A11 höher als 1000 sein muss. Genau wie in Evolver, kann es harte oder weiche Beschränkungen geben, und wenn eine harte Beschränkung nicht befolgt wird, verursacht das eine Zurückweisung der Probelösung.

Durch RISKOptimizer wird eine große Anzahl an Simulationen ausgeführt. Es werden daher zwei wichtige Techniken verwendet, um die Ausführzeiten zu minimieren und so schnell wie möglich optimale Lösungen zu generieren. Als erstes wird die Konvergenzüberwachung verwendet, um festzustellen, wenn genügend (aber noch nicht zu viele) Iterationen ausgeführt wurden. Dadurch wird sichergestellt, dass die sich daraus ergebende Statistik der Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Zielzelle stabil ist und dass dasselbe auch für Statistiken aus Ausgabeverteilungen, auf die in Beschränkungen verwiesen wird, der Fall ist. Anschließend wird das Optimierungssystem von RISKOptimizer verwendet, um Probelösungen zu generieren und durch diese so schnell wie möglich eine optimale Lösung zu finden.

Simulationsergebnisse

Alle @RISK-Diagramme und -Berichte können dazu verwendet werden, die Ergebnisse der *besten* Simulation in RISKOptimizer anzuzeigen. Das schließt auch Funktionen für Simulationsstatistiken mit ein, durch die Simulationsergebnisse direkt an die Kalkulationstabelle zurückgegeben werden können. Durch die Funktion *RiskMean(Zellverweis)* wird z. B. der Mittelwert der simulierten Verteilung für die eingegebene Zelle direkt in eine Arbeitsblattzelle oder in eine Formel zurückgegeben.

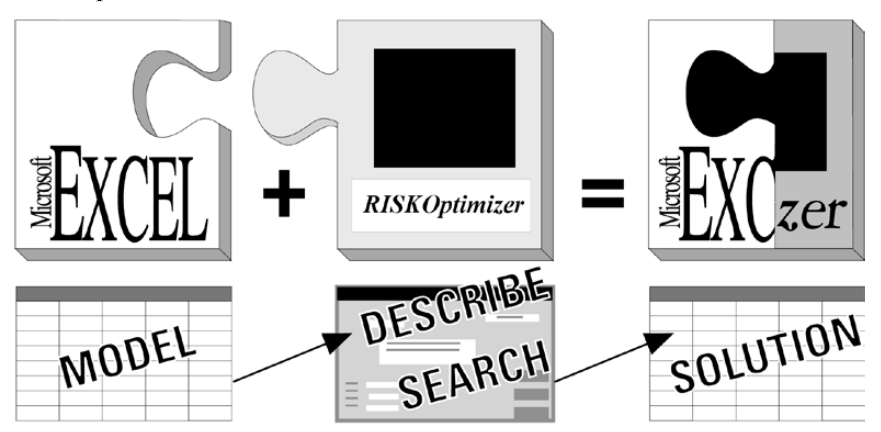
Anwendungen der Simulationsoptimierung unter Verwendung von RISKOptimizer

Die Verfügbarkeit der Optimierung für unbestimmte Modelle ermöglicht die Lösung vieler Probleme, die bisher als nicht optimierbar galten. Generell können alle Modelle trotz unbestimmter Elemente optimiert werden, und zwar durch eine Kombination von Simulation und Optimierung. Dadurch ist u. a. Folgendes möglich:

- Auswahl von optimaler Fertigung und von Fertigungskapazitäten für neue Produkte bei unbestimmten Marktbedingungen
- Identifizierung von optimalem Lagerbestand bei unbestimmtem Bedarf
- Portfolio-Zuweisungen, um das Risiko zu minimieren
- Identifizierung der optimalen Produktmischung für eine Fertigungsanlage, bei der die Produktmärkte geografisch verteilt sind und der Bedarf für die Produkte ungewiss ist
- Festlegung optimaler Optionskäufe beim Hedging
- Ertragsmanagement, wenn dasselbe Produkt zu verschiedenen Preisen unter verschiedenen Beschränkungen verkauft wird
- Ablaufsplanung mit unbestimmten Aufgabeablaufszeiten

Was ist RISKOptimizer?

RISKOptimizer bietet Benutzern eine einfache Möglichkeit, optimale Lösungen für Modelle zu finden, die Unbestimmtheiten enthalten. Mit anderen Worten, mithilfe von RISKOptimizer finden Sie die besten Eingaben, um die gewünschte Simulationsausgabe zu erhalten. Sie können RISKOptimizer dazu verwenden, die richtige Mischung, Reihenfolge oder Gruppierung von Variablen zu finden, die Ihnen den höchsterwarteten Wert bzw. das geringste Risiko (d. h. die Minimalstreuung) für Gewinne oder den höchsterwarteten Wert für Waren aus der geringsten Materialmasse bietet. Bei RISKOptimizer richten Sie erst in Excel ein Modell des Problems ein und rufen dann RISKOptimizer auf, um das Problem zu lösen.



Sie müssen das Problem erst in Excel modellieren und dann für das RISKOptimizer-Add-In entsprechend beschreiben.

Excel liefert gewöhnlich alle Formeln, Funktionen, Diagramme und Makros, die zum Erstellen realistischer Problemmodelle erforderlich sind. RISKOptimizer bietet auch die Schnittstelle, um die im Modell gegebene Unbestimmtheit und die gewünschte Lösung zu beschreiben, sowie auch das geeignete System, um diese Lösung zu finden. Mithilfe dieser Komponenten ist es möglich, optimale Lösungen für praktisch alle Probleme zu finden, die irgendwie modelliert werden können.

Wie funktioniert RISKOptimizer?

RISKOptimizer verwendet zwei Optimierungssysteme (OptQuest und gentechnische Algorithmen), um nach den optimalen Lösungen für ein Problem zu suchen. Auch werden ***Wahrscheinlichkeits-verteilungen*** und ***Simulationen*** eingesetzt, um die im Modell gegebene Unbestimmtheit zu handhaben.

OptQuest

Im OptQuest-System werden die metaheuristische, mathematische Optimierung und neutrale Netzwerkkomponenten dazu verwendet, die Suche nach den besten Lösungen für Entscheidungs- und Planungsprobleme aller Art vorzunehmen. Durch OptQuest werden hoch entwickelte metaheuristische Verfahren, einschließlich Tabu-Suche, neutrale Netzwerke, Streusuche und lineare Programmierung, in einer einzigen Kombinationsmethode vereint. Weiter Informationen über OptQuest können Sie in **Anhang B – Optimierung** finden.

Gentechnische Algorithmen

Die in RISKOptimizer verwendeten gentechnischen Algorithmen kann man fast mit den Darwin'schen Evolutionsprinzipien vergleichen, indem eine Umgebung geschaffen wird, in der Hunderte von möglichen Lösungen für das Problem miteinander wetteifern und nur die geeignetste überlebt. Genau wie bei der biologischen Evolution, kann jede Lösung ihre guten „Genen" durch Ergebnislösungen weitergeben, sodass die gesamte Lösungspopulation davon profitieren kann.

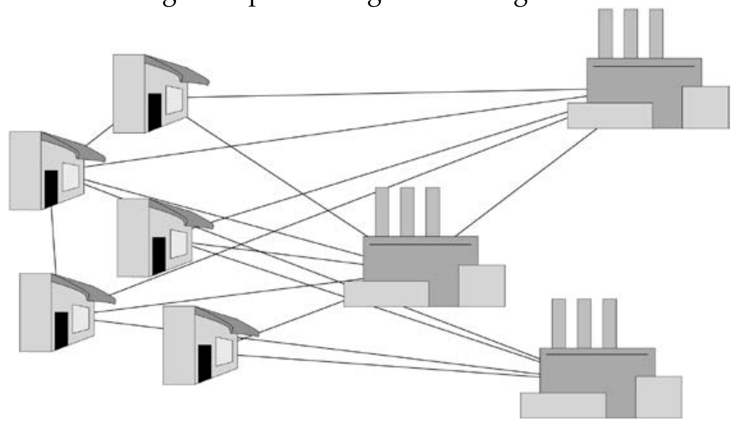
Wie Sie vielleicht schon merken, erinnert die im Zusammenhang mit gentechnischen Algorithmen verwendete Terminologie oft an die Evolutionslehre. Wir sprechen von „Crossover"-Funktionen, die bei der Lösungssuche helfen, von „Mutationsraten", die Abwechslung in den „Genpool" bringen und wir bewerten die gesamte „Population" der Lösungen oder „Organismen". Weitere Informationen über die Funktionsweise der gentechnischen Algorithmen in RISKOptimizer finden Sie in **Anhang B: Optimierung**.

Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Simulation

In RISKOptimizer werden Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Simulation dazu verwendet, mit der in den Variablen Ihres Modell vorhandenen Unbestimmtheit fertig zu werden. Wahrscheinlichkeitsverteilungen sind dazu da, den Bereich der möglichen Werte für die unbestimmten Elemente in Ihrem Modell zu beschreiben und werden mithilfe von Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen, wie z. B. *RiskTriang(10;20;30),* eingegeben. Das würde beispielsweise bedeuten, dass eine Variable in Ihrem Modell einen Minimalwert von 10, einen höchstwahrscheinlichen Wert von 20 und einen Maximalwert von 30 haben könnte. Anschließend wird dann die Simulation dazu verwendet, eine Verteilung der möglichen Ergebnisse für jede mögliche Probelösung zu erstellen, die durch das Optimierungsprogramm generiert werden kann.

Was ist Optimierung?

Optimierung ist der Prozess, durch den die beste Lösung für ein Problem gefunden wird, das vielleicht viele mögliche Lösungen haben könnte. Bei den meisten Problemen handelt es sich um viele Variablen, die auf Basis von eingegebenen Formeln und Beschränkungen interagieren. Eine Firma kann beispielsweise drei Fertigungsanlagen haben, die jeweils verschiedene Mengen von unterschiedlichen Waren fertigen. Was ist in diesem Fall die optimale Methode, die Nachfrage der lokalen Einzelhandelsgeschäfte hinreichend zu decken und gleichzeitig die Transportkosten zu minimieren, wenn die Kosten der einzelnen Fertigungsanlagen für Fertigung der Waren, die Kosten jeder Fertigungsanlage für den Transport zu den einzelnen Geschäften und die Beschränkungen jeder Anlage zu berücksichtigen sind? Dies ist die Art von Frage für deren Beantwortung die Optimierungs-Tools vorgesehen sind.



Optimierung beschäftigt sich oft mit der Suche nach einer Kombination, die das meiste aus den gegebenen Ressourcen herausholt.

In dem vorstehenden Beispiel würde jede vorgeschlagene Lösung aus einer kompletten Liste bestehen, aus der hervorgeht, welche von welcher Anlage gefertigten Waren auf welchem LKW an welches Einzelhandelsgeschäft zu transportieren sind. Bei anderen Optimierungsbeispielen kann es sich z. B. darum handeln, wie der höchste Gewinn bzw. die geringsten Kosten zu erzielen sind oder wie die meisten Leben gerettet werden können. Auch kann auf diese Weise die geringste Statik in einem Schaltkreis, der kürzeste Weg von einem Ort zum anderen oder die wirkungsvollste Mischung an Werbungsmediakäufen festgestellt werden. Ferner ist eine wichtige Untergruppe von Optimierungsproblemen vorhanden, bei der es sich um Ablaufsplanung handelt. Bei diesen Problemen kann es u. U. um das Maximieren der Leistung während einer Arbeitsschicht oder das Minimieren von Ablaufskonflikten bei zeitlich unterschiedlichen Gruppenbesprechungen gehen. Weitere Einzelheiten über die Optimierung sind in **Anhang B: Optimierung** zu finden.

Wenn das Problem Unbestimmtheiten enthält, sind herkömmliche Lösungsprogramme nicht geeignet, da sie nicht in der Lage sind, die im Modell enthaltende Unbestimmtheit zu handhaben. Angenommen, es ist beim vorstehenden Beispiel nicht genau bekannt, wie hoch der Warenbedarf der einzelnen Einzelhandelsgeschäfte ist? Wenn Sie in diesem Fall mit einem herkömmlichen Solver arbeiten, würden Sie den Bedarf der einzelnen Geschäfte einfach abschätzen. Dadurch könnte das Modell zwar optimiert werden, aber wegen der Bedarfsschätzung würde es Ihnen kein genaues Bild über die tatsächliche Entwicklung in Bezug auf die Einzelhandelsgeschäfte geben. Bei RISKOptimizer ist dagegen keine Bedarfsschätzung nötig. Sie beschreiben einfach die möglichen Bedarfswerte mithilfe einer Wahrscheinlichkeitsverteilung und verwenden dann die Simulationsfähigkeiten von RISKOptimizer , um alle möglichen Bedarfswerte in die Optimierungsergebnisse mit einzubeziehen.

Bei Verwendung von RISKOptimizer wird nicht nur ein einziger Maximal- oder Minimalwert als beste Lösung für die Zielzelle im Modell generiert, sondern gleich eine ganze Simulationsstatistik mit Minimal- und Maximalwerten. Jede durch RISKOptimizer ausgeführte Simulation generiert eine Verteilung von möglichen Ergebnissen für Ihre Zielzelle. Diese Verteilung enthält mehrere Statistiken, die sich z. B. auf Mittelwert, Standardabweichung, Minimalwert usw. beziehen. Im vorstehenden Beispiel sollten Sie vielleicht nach einer Kombination aus Eingaben suchen, durch die der Mittelwert der Gewinnverteilung maximiert oder die entsprechende Standardabweichung minimiert wird.

Welchen Zweck haben Excel-Modelle?

Um die Effizienz eines Systems zu erhöhen, müssen wir erst einmal herausfinden, wie dieses System überhaupt funktioniert. Daher ist ein Arbeitsmodell des Systems erforderlich. Modelle sind Abstraktionen, die für das Untersuchen von komplexen Systemen erforderlich sind. Um die Ergebnisse aber in Realität anwenden zu können, darf das Modell den Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung unter den verschiedenen Variablen nicht zu sehr vereinfachen. Durch bessere Software und immer leistungsfähigere Computer können Betriebswirtschaftler jetzt realistischere Wirtschaftsmodelle aufbauen. Auch sind Wissenschaftler jetzt in der Lage, chemische Reaktionen besser vorauszusagen und Geschäftsleute können eine genauere Empfindlichkeitsanalyse ihrer Unternehmensmodelle vornehmen.

In den letzten Jahren sind Computerhardware- und Computersoftwareprogramme, wie z. B. Microsoft Excel, derart verbessert worden, dass praktisch jeder PC-Benutzer jetzt realistische Modelle von komplexen Systemen erstellen kann. Die in Excel integrierten Funktionen sowie die Makrofähigkeiten und die saubere, intuitive Schnittstelle ermöglichen selbst Anfängern, sehr komplexe Probleme zu modellieren und zu analysieren.

Modellierung der Unbestimmtheit in Excel-Modellen

Variablen sind die grundlegenden Elemente in Excel-Modellen, die wir bereits als wichtige Bestandteile der Analyse identifiziert haben. Falls Sie eine finanzielle Situation modellieren, kann es sich bei den Variablen vielleicht um „Umsatz“, „Kosten“, „Einnahmen“ oder „Gewinne“ handeln.Wenn Sie dagegen eine geologische Situation modellieren, haben Sie es evtl. mit Variablen wie „Tiefe des Vorkommens“, „Dicke der Kohlenschicht“ oder „Durchlässigkeit“ zu tun. Jede Situation hat ihre eigenen Variablen, die Sie selbst identifizieren müssen.

In einigen Fällen sind Ihnen die Werte für die Variablen im Zeitrahmen des Modells bereits bekannt. Mit anderen Worten, die Werte sind dann bestimmt oder (im Statistiker-Jargon) „deterministisch“. Es kann aber auch sein, dass Sie die Werte für die Variablen nicht kennen. Es handelt sich dann um unbestimmte oder „stochastische“ (d. h. zufällige) Variablen. Wenn die Variablen unbestimmt sind, müssen Sie die Art der Unbestimmtheit beschreiben. Das wird durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen erreicht, durch welche sowohl der Bereich der Werte für die Variable (Minimal- bis Maximalwert) als auch die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der einzelnen Werte innerhalb des Bereichs angegeben wird. In RISKOptimizer werden unbestimmte Variablen und Zellwerte in Form von Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen eingegeben, beispielsweise wie folgt:

RiskNormal(100;10)

RiskUniform(20;30)

RiskExpon(A1+A2)

RiskTriang(A3/2,01;A4;A5)

Diese Verteilungsfunktionen können in den Arbeitsblattzellen und -formeln genauso wie irgendeine andere Excel-Funktion platziert werden.

Verwendung der Simulation, um die Unbestimmtheit zu berücksichtigen

RISKOptimizer verwendet Simulation (mitunter auch Monte Carlo-Simulation genannt), um eine Risikoanalyse für jede mögliche Lösung auszuführen, die während der Optimierung generiert wurde. Simulation bezieht sich in diesem Sinne auf eine Methode, durch welche die Verteilung von möglichen Ergebnissen generiert wird, indem der Computer das Arbeitsblatt immer wieder neu berechnet, und zwar jedesmal mit anderen Zufallswerten für die Wahrscheinlichkeitsverteilungen in den Zellwerten und Formeln. Der Computer versucht praktisch alle gültigen Kombinationen aus den Werten der Eingabevariablen, um so alle möglichen Resultate zu simulieren. Mit anderen Worten, dies ist, als ob Sie Hunderte oder Tausende von „What-If"-Analysen (Was wäre, wenn…) ausführen würden, und zwar alle in einer Sitzung.

In jeder Iteration der Simulation werden in der Kalkulationstabelle Werteproben aus den Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen erhoben und wird ein neuer Wert für die Zielzelle erstellt. Bei Abschluss der Simulation stellt die Statistik das Probelösungsergebnis dar, und zwar für die Verteilung der Zielzelle, die minimiert oder maximiert werden soll. Dieser Wert wird dann an das Optimierungsprogramm zurückgegeben und durch die gentechnischen Algorithmen dazu verwendet, neue und bessere Probelösungen zu generieren. Für jede neue Probelösung wird eine andere Simulation ausgeführt und ein anderer Wert für die Zielstatistik generiert.

Warum RISKOptimizer verwenden?

Wenn Sie es mit einer großen Anzahl von aufeinander einwirkenden Variablen zu tun haben und versuchen, die beste Kombination, die richtige Reihenfolge oder die optimale Gruppierung dieser Variablen zu finden, liegt die Versuchung nah, einfach mit einer wohl begründeten Vermutung zu arbeiten. Überraschend viele Benutzer meinen, dass jegliches Modellieren und Analysieren über eine fundierte Annahme hinaus eine sehr komplizierte Programmierung erforderlich macht oder mit verwirrenden statistischen oder mathematischen Algorithmen verbunden ist. Eine gut optimierte Lösung kann leicht Millionen von Dollar, Tausende von Gallonen an knappem Treibstoff, Monate an verschwendeter Zeit usw. einsparen. Da leistungsstarke PCs jetzt zunehmend erschwinglich und Softwareprogramme, wie z. B. Excel und RISKOptimizer, ohne weiteres verfügbar sind, ist kaum noch ein Grund vorhanden, bei Lösungen mit Vermutungen zu arbeiten oder wertvolle Zeit zu verschwenden, um eine Reihe von Szenarien manuell auszuprobieren.

Genauer und bedeutungsvoller

RISKOptimizer ermöglicht Ihnen, das volle Sortiment an Excel-Formeln und Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu verwenden, um realistischere Systemmodelle zu erstellen. Durch Verwendung von RISKOptimizer braucht die Genauigkeit Ihres Modells nicht darunter zu leiden, dass die benutzten Algorithmen vielleicht für die realen Kompliziertheiten nicht ausreichen. Durch herkömmliche kleine Lösungsprogramme (d. h. durch statistische und lineare Programmier-Tools) werden Benutzer dazu gezwungen, mit Annahmen darüber zu arbeiten, wie die Variablen in dem zu lösenden Problem wirklich aufeinander einwirken. Dadurch kann es leicht zu sehr vereinfachten, unrealistischen Problemmodellen kommen. Auch werden Benutzer durch diese Tools veranlasst, von geschätzten Werten für unbestimmte Variablen auszugehen, weil das Optimierungsprogramm nicht in der Lage ist, mit den vielen möglichen Werten für unbestimmte Modellkomponenten fertig zu werden. Wenn die Benutzer dann endlich das System ausreichend vereinfacht haben, damit diese so genannten „Solvers“ verwendet werden können, ist die sich daraus ergebende Lösung oft zu abstrakt, um überhaupt noch praktischen Wert zu haben. Probleme mit sehr vielen Variablen, nicht linearen Funktionen, Verweistabellen, WENN-Anweisungen, Datenbankabfragen oder stochastischen (d. h. zufälligen) Elementen können nicht mittels dieser Methoden gelöst werden, ganz gleich wie einfach das Modell auch aufgebaut ist.

Flexibler

Es gibt viele Lösungsalgorithmen, mit denen kleine, einfache lineare und nicht lineare Problemtypen zufriedenstellend gelöst werden können. Zu diesen Algorithmen gehören u. a. „Hill-Climbers", „Baby-Solvers" und andere mathematischen Methoden. Selbst wenn diese allgemein nützlichen Optimierungs-Tools als Add-Ins für Kalkulationstabellen angeboten werden, sind sie nur für numerische Optimierung zu gebrauchen. Für größere oder kompliziertere Probleme können vielleicht spezielle benutzerdefinierte Algorithmen geschrieben werden, um gute Ergebnisse zu erhalten, aber das erfordert meistens sehr viel Forschung und Entwicklung. Aber selbst in diesem Fall müsste das sich daraus ergebende Programm bei jeder Modelländerung erneut modifiziert werden.

RISKOptimizer kann dagegen nicht nur numerische Probleme handhaben, sondern ist weltweit das einzige kommerzielle Programm, das auch die meisten kombinatorischen Probleme lösen kann Dies sind die Probleme, bei denen die Variablen permutiert oder miteinander kombiniert werden müssen. Die Auswahl der Schlagmannreihenfolge bei einem Baseballteam ist z. B. ein kombinatorisches Problem, weil dabei die Positionen der Spieler in der Mannschaftsaufstellung ausgetauscht werden müssen. RISKOptimizer kann die optimale Anordnung der als Teil eines Projekts auszuführenden Aufgaben herausfinden, um nur solche Lösungen auszuwerten, die bestimmten Vorrangsbeschränkungen entsprechen. Solche Beschränkungen erfordern, dass bestimmte Aufgaben vor anderen ausgeführt werden müssen. Komplexe Ablaufsplanungsprobleme sind ebenfalls kombinatorischer Art. Ein und dasselbe RISKOptimizer-Programm kann alle diese Probleme und noch viele mehr lösen, die kein anderes Optimierungs-Tool handhaben kann. Durch seine einzigartige *Optimierungs*- und *Simulationstechnik* kann RISKOptimizer praktisch Modelle jeden Typs, jeder Größe und jeder Komplexität optimieren.

Leichter zu verwenden

Trotz seiner offensichtlichen Leistungsstärke und Vorteile in Bezug auf Flexibilität ist RISKOptimizer recht einfach zu verwenden, da es für den Benutzer nicht erforderlich ist, sich in den durch das Programm verwendeten komplizierten Optimierungstechniken auszukennen. Für RISKOptimizer ist nicht das A und O Ihres Problems, sondern nur ein Kalkulationstabellenmodell wichtig, durch das ausgewertet werden kann, wie passend die verschiedenen Szenarien sind. Sie brauchen in der Kalkulationstabelle nur die Zellen auswählen, die die betreffenden Variablen enthalten, und dann RISKOptimizer auf das Gesuchte hinweisen. RISKOptimizer verbirgt auf intelligente Weise die komplizierte Technik und automatisiert den WHAT-IF-Prozess, durch den das Problem analysiert wird.

Zweifelsohne sind viele kommerzielle Programme für mathematische Programmierung und Modellerstellung vorhanden, aber Kalkulationstabellen sind bei weitem am beliebtesten und werden buchstäblich zu Millionen pro Monat verkauft. Durch das intuitive Zeilen- und Spaltenformat sind Kalkulationstabellen leichter einzurichten und beizubehalten als andere dedizierte Pakete. Kalkulationstabellen sind auch leichter zusammen mit anderen Programmen, wie z. B. Textverarbeitungssystemen und Datenbanken, einzusetzten und bieten mehr integrierte Formeln, Formatierungsoptionen, Diagramme und Makros als andere eigenständigen Pakete. Da es sich bei RISKOptimizer um ein Add-In-Programm für Microsoft Excel handelt, haben Benutzer Zugriff auf sämtliche Funktionen und Entwicklungs-Tools, um so mühelos realistischere Modelle ihres Systems aufzubauen.

Herkömmliche Optimierung im Vergleich zur Simulationsoptimierung

RISKOptimizer verknüpft die Simulation mit der Optimierung und ermöglicht dadurch das Optimieren von Modellen, die Unbestimmtheitsfaktoren enthalten. Die Ergebnisse aus aufeinander folgenden Ausführungen des Simulationsmodells werden von RISKOptimizer dazu verwendet, bessere und optimalere Lösungen zu finden. Dieser Abschnitt gibt Ihnen Hintergrundinformationen darüber, wie Simulation und Optimierung in RISKOptimizer Hand in Hand gehen.

Herkömmlicher Optimierungsprozess in Kalkulationstabellen

Beim herkömmlichen Optimierungsprozess in einer Kalkulationstabelle mithilfe eines Optimierungs-Add-In, wie z. B. Solver oder Evolver, sind folgende Schritte erforderlich:

1) **Es muss eine Ausgabe- oder Zielzelle identifiziert werden, die minimiert oder maximiert werden soll.**

2) **Es muss ein Satz von Eingabe- oder „anpassbaren“ Zellen identifiziert werden, deren Werte von Ihnen kontrolliert und deren mögliche Wertbereiche von Ihnen beschrieben werden müssen.**

3) **Ebenfalls ist es erforderlich, einen Satz von Beschränkungen einzugeben, die eingehalten werden müssen und oft durch Ausdrücke wie COSTS<100 oder A11>=0 beschrieben werden.**

4) **Anschließend wird eine Optimierung ausgeführt, durch die die Kalkulationstabelle wiederholt neu berechnet wird, und zwar unter Verwendung von verschiedenen möglichen Werten für die anpassbaren Zellen.**

5) Während dieses Prozesses:

    a) wird durch jede Neuberechnung ein neuer Wert für die Zielzelle generiert

    b) verwendet das Optimierungsprogramm diesen neuen Zielzellenwert, um den nächsten Satz von anpassbaren Zellen zu wählen, die ausprobiert werden sollen

c) wird dann anschließend eine weitere Neuberechnung ausgeführt, durch die das Optimierungsprogramm eine neue Antwort oder einen neuen Wert zum Identifizieren eines neuen Satzes von Werten für die anpassbaren Zellen erhält.

Der unter 5) beschriebene Vorgang wird viele Male wiederholt, um dem Optimierungsprogramm zu ermöglichen, eine optimale Lösung zu identifizieren, d. h. einen Satz von Werten für die anpassbaren Zellen, durch den der Zielzellenwert minimiert oder maximiert werden kann.

Simulationsoptimierungsprozess

Bei der Simulationsoptimierung mittels RISKOptimizer werden viele der gleichen Schritte wie auch bei dem hier beschriebenen herkömmlichen Optimierungsprozess für Kalkulationstabellen verwendet. Es sind jedoch einige Änderungen nötig, um 1) **die Eingabe der Unbestimmtheit in die Kalkulationstabelle zu ermöglichen** und 2), **um Simulation anstelle von einfacher Neuberechnung der Kalkulationstabelle zu verwenden,** damit eine neue „Antwort" für die Zielzelle generiert wird, durch die das Optimierungsprogramm das nötige Feedback erhält, um einen neuen Satz von Werten für die anpassbaren Zellen auswählen zu können.

Der neue Prozess der Simulationsoptimierung mittels RISKOptimizer ist nachstehend beschrieben, und zwar sind die Unterschiede gegenüber der herkömmlichen Kalkulationstabellenoptimierung durch Fettdruck erkenntlich gemacht.

1) **Es werden Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen verwendet, um den Bereich der möglichen Werte für die unbestimmten Elemente im Modell zu beschreiben.**

2) Es wird eine Ausgabe- oder Zielzelle identifiziert **sowie auch die Simulationsstatistik (Mittelwert, Standardabweichung usw.) für die Zelle ausgewählt, die minimiert oder maximiert werden soll.**

3) Auch muss ein Satz von Eingabe- oder „anpassbaren" Zellen identifiziert werden, deren Werte von Ihnen bestimmt und deren mögliche Wertbereiche von Ihnen beschrieben werden müssen.

4) Ebenfalls ist es erforderlich, einen Satz von Beschränkungen einzugeben, die eingehalten werden müssen und oft durch Ausdrücke wie COSTS<100 oder A11>=0 beschrieben werden. **Ferner können zusätzliche Beschränkungen eingegeben**

werden, und zwar auf Basis von Simulationsstatistiken (z. B. 95. Perzentil von A11>1000).

5) Anschließend wird eine Optimierung ausgeführt, durch die die Kalkulationstabelle **bei jeder Simulation** wiederholt **simuliert** wird, und zwar unter Verwendung von verschiedenen möglichen Werten für die anpassbaren Zellen. Während dieses Prozesses:

   a) **generiert jede Simulation eine neue Verteilung von möglichen Werten für die Zielzelle wird aus dieser Verteilung die Statistik berechnet, die minimiert oder maximiert werden soll**

   b) **verwendet das Optimierungsprogramm diese neue Statistik** für die Zielzelle, um den nächsten Satz von Werten für die anpassbaren Zellen zu wählen, der ausprobiert werden soll

   c) wird dann anschließend **eine weitere Simulation ausgeführt**, durch die das Optimierungsprogramm eine neue Statistik zum Identifizieren eines neuen Satzes von Werten für die anpassbaren Zellen erhält

Der unter 5) beschriebene Vorgang wird viele Male wiederholt, um dem Optimierungsprogramm zu ermöglichen, eine optimale Lösung zu identifizieren, d. h. einen Satz von Werten für die anpassbaren Zellen zu finden, durch den die Simulationsergebnis-Statistik für die Zielzelle minimiert oder maximiert werden kann.

Die einzelnen Schritte der Optimierung mittels RISKOptimizer

Es wird hier jeder Schritt dieses Simulationsoptimierungsprozesses detailliert aufgeführt:

Eingabe der Wahrscheinlichkeitsverteilungen

In RISKOptimizer werden Wahrscheinlichkeitsverteilungen dazu verwendet, die in den Komponenten eines Modells enthaltende Unbestimmtheit zu beschreiben. Sie können z. B. die Funktion ***RiskUniform(10;20)*** in eine Arbeitsblattzelle eingeben. Dadurch wird angegeben, dass die Zellwerte durch eine Gleichverteilung mit einem Minimum von 10 und einem Maximum von 20 generiert werden sollen. Durch diesen Wertebereich wird der für Excel erforderliche feste Einzelwert ersetzt. Bei der herkömmlichen Arbeitsblattoptimierung kann dem Modell keine Unbestimmtheit hinzugefügt werden, sodass die Verwendung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen nicht möglich ist.

In RISKOptimizer wird dagegen eine Simulation des Modells für jede mögliche durch das Optimierungsprogramm generierte Kombination von Eingabewerten ausgeführt. Während dieser Simulationen werden in RISKOptimizer Verteilungsfunktionen verwendet, um Proben von möglichen Werten zu erheben. In jeder Iteration der Simulation wird ein neuer Satz der durch die einzelnen Verteilungsfunktionen im Arbeitsblatt erhobenen Werte verwendet. Diese Werte werden dann dazu verwendet, das Arbeitsblatt neu zu berechnen und einen neuen Wert für die Zielzelle zu generieren.

Genau wie bei Excel-Funktionen, enthalten Verteilungsfunktionen zwei Elemente, nämlich einen Funktionsnamen und Argumentswerte, die in Klammern gesetzt sind. Eine typische Funktion sieht wie folgt aus:

RiskNormal(100;10)

Genau wie bei Excel-Funktionen können auch Verteilungsfunktionen Argumente enthalten, die sich auf Zellen oder Ausdrücke beziehen, z. B.

RiskTriang(B1;B2*1,5;B3)

In diesem Fall wird der Zellwert durch eine Dreiecksverteilung (Triang) angegeben, und zwar durch den Minimalwert aus Zelle B1, dem Höchstwahrscheinlichkeitswert aus B2 (der mit 1,5 multipliziert wird) und dem Maximalwert aus Zelle B3.

Verteilungsfunktionen können auch (genau wie bei Excel-Funktionen) in Zellformeln verwendet werden. Eine Zellformel könnte z. B. wie folgt aussehen:

B2: 100+RiskUniform(10;20)+(1,5*RiskNormal(A1;A2))

Weitere Informationen über Eingabe von Wahrscheinlichkeits-verteilungen finden Sie in diesem Handbuch oder in der Hilfe unter Verteilungsfunktionen.

Zielzelle und Statistik identifizieren

Sowohl in RISKOptimizer als auch bei der herkömmlichen Kalkulationstabellenoptimierung wird eine Zielzelle identifiziert. Dies ist die Zelle, deren Wert minimiert oder maximiert werden soll, oder die Zelle, deren Wert so gut wie möglich einem voreingestellten Wert angenähert werden soll. Gewöhnlich ist dies das „Ergebnis“ des Modells (z. B. der Gewinn oder die Gesamtsumme des Modells), aber es kann sich dabei auch um jede beliebige Zelle in der Kalkulationstabelle handeln. In dieser Zelle muss sich eine Formel befinden, die die unterschiedlichen Werte zurückgibt, und zwar je nach Änderung der anpassbaren Zellen.

In RISKOptimizer wird jedoch nicht der aktuelle Wert der Zielzelle minimiert oder maximiert, **sondern eine „Statistik“, die mit den Simulationsergebnissen für die Zielzelle verknüpft ist**. Während einer Optimierung führt RISKOptimizer aufeinander folgende Simulationen aus, und zwar jeweils mit einem anderen Satz von anpassbaren Zellwerten. Jede Simulation generiert eine Verteilung von möglichen Ergebnissen für die Zielzelle. Es wird dabei nach einem Satz von Werten für die anpassbaren Zellen gesucht, der z. B. den Verteilungsmittelwert der Zielzelle maximiert oder die entsprechende Standardabweichung minimiert.

In RISKOptimizer stehen sehr viele Minimierungs- oder Maximierungsoptionen zur Verfügung (z. B. für Mittelwert, Standardabweichung, Minimum usw.), da für jede versuchte Lösung durch die damit verknüpfte Simulation nicht nur eine Antwort generiert wird. Die Simulation generiert in der Tat eine vollständige Verteilung aller möglichen Ergebnisse für die Zielzelle, und zwar einschließlich Maximalwert, Mittelwert, Standardabweichung usw. Eine gewöhnliche Optimierung generiert dagegen nur einen einzigen neuen Zielwert für jede versuchte Lösung und dieser Wert ist die einzige mögliche Auswahl für das Minimieren oder Maximieren.

Eingabe der anpassbaren Zellen

Anpassbare Zellen werden bei herkömmlicher Kalkulationstabellenoptimierung und auch bei RISKOptimizer in ähnlicher Weise eingegeben. Für jede Zelle, die während einer Optimierung geändert werden kann, wird ein möglicher Minimal- und ein möglicher Maximalwert eingegeben.

Eingabe von Beschränkungen

Sowohl bei RISKOptimizer als auch bei der herkömmlichen Kalkulationstabellenoptimierung können harte Beschränkungen eingegeben werden, die dann eingehalten werden müssen. Bei der herkömmlichen Kalkulationstabellenoptimierung werden harte Beschränkungen bei jeder Probelösung geprüft. Wenn die Beschränkungen nicht eingehalten werden, wird die Lösung verworfen.

In RISKOptimizer wird dagegen für jede Probelösung eine vollständige Simulation ausgeführt. Jede Simulation besteht aus einer Anzahl von Iterationen oder einzelnen Neuberechnungen der Kalkulationstabelle unter Verwendung von neuen Proben aus den Wahrscheinlichkeitsverteilungen im Modell. Eine **harte Beschränkung** kann getestet werden, und zwar:

- **in jeder Iteration von jeder Simulation** (*Iterationsbeschränkung*). Wenn eine Iteration irgendwelche Werte ergibt, die gegen die harte Beschränkung verstoßen, wird die Probelösung zurückgewiesen. RISKOptimizer wird die Simulation evtl. anhalten, sobald durch eine Iteration zu erkennen ist, dass die Beschränkung nicht eingehalten wird. Vielleicht wird die Simulation aber auch weiter ausgeführt, da weitere Informationen über die ungültige Lösung unter Umständen bei der Suche nach der besten Lösung behilflich sein könnten. Gewöhnlich werden Iterationsbeschränkungen nur dann verwendet, wenn sich die Werte der beschränkten Zellen während der Simulation nicht ändern.

- **am Ende der Simulation** (*Simulationsbeschränkung*). Diese Art der Beschränkung wird in Form einer Simulationsstatistik für eine Kalkulationstabellenzelle angegeben, z. B. als *Mean of A11>1000*. In diesem Fall wird die Beschränkung am Ende der Simulation ausgewertet. Durch eine Simulationsbeschränkung (im Gegensatz zur Iterationsbeschränkung) ist es nicht möglich, die Simulation vor Beendung anzuhalten.

Eine zweite Art von Beschränkung, die so genannte „weiche Beschränkung", kann ebenfalls in RISKOptimizer verwendet werden. Die sich aus den weichen Beschränkungen ergebenden Strafpunkte werden stets am Ende einer Simulation berechnet. Die berechneten Strafpunkte werden dann der zu minimierenden oder maximierenden Zielstatistik hinzugefügt (bzw. davon abgezogen).

Weitere Informationen zur Eingabe von Beschränkungen sind unter ***„Beschränkungen"*** in RISKOptimizer-Befehle zu finden.

Einstellung der Optimierungs- und Simulationsoptionen

Genau wie bei der herkömmlichen Kalkulationstabellenoptimierung, sind auch in RISKOptimizer viele Optionen verfügbar, über die Sie die Länge der Laufzeit einer Optimierung steuern können. Durch RISKOptimizer werden jedoch neue Optionen hinzugefügt, mit deren Hilfe reguliert werden kann, wie lange die einzelnen Simulationen für jede Probelösung ausgeführt werden sollen.

RISKOptimizer sucht stets nach besseren Lösungen und führt die Simulationen so lange aus, bis der Vorgang durch die eingestellten Anhalteoptionen gestoppt wird. RISKOptimizer kann eine bestimmte Anzahl von Minuten ausgeführt werden oder auch so lange, bis eine bestimmte Anzahl von Probelösungen generiert wurde. Auch kann RISKOptimizer so lange ausgeführt werden, bis die beste Simulationsstatistik für die Zielzelle sich während einer bestimmten Anzahl von Versuchen nicht mehr ändert.

Ebenfalls kann angegeben werden, wie lange die Simulation für jede Probelösung ausgeführt werden soll. Jede Simulation kann beispielsweise eine bestimmte Anzahl von Iterationen ausgeführt werden oder man überlässt es einfach RISKOptimizer, genau zu bestimmen, wann jede Simulation beendet werden soll. Wenn das der Fall ist, wird die Simulation gestoppt, sobald während der Optimierung die generierten Verteilungen für die Zielzelle sowie auch für die Zellen, auf die in den Simulationsbeschränkungen verwiesen wird, beständig oder stabil sind und die gewünschten Statistiken entsprechend konvergieren.

Ausführung der Optimierung

Bei Ausführung einer Optimierung durch RISKOptimizer wird die Kalkulationstabelle **bei jeder Simulation** mehrere Male hintereinander **simuliert**, und zwar unter Verwendung von verschiedenen möglichen Werten für die anpassbaren Zellen. Während dieses Prozesses:

1) **generiert RISKOptimizer einen Satz von Werten für die anpassbaren Zellen**

2) **wird eine Simulation der Kalkulationstabelle ausgeführt, und zwar unter Verwendung der anpassbaren Zellen und der durch RISKOptimizer generierten Werte** In jeder Iteration der Simulation werden aus allen in der Kalkulationstabelle enthaltenden Verteilungsfunktionen Werteproben erhoben und wird die Kalkulationstabelle dann neu berechnet, um einen neuen Wert für die Zielzelle zu erstellen.

3) **wird bei Abschluss jeder Simulation eine neue Verteilung der möglichen Werten für die Zielzelle generiert wird aus dieser Verteilung die Statistik berechnet, die minimiert oder maximiert werden soll** werden Probelösung und Simulationsergebnisse verworfen, falls irgendwelche Simulationsbeschränkungen nicht eingehalten werden. In diesem Fall wird dann eine neue Probelösung zum Simulieren generiert.

4) verwendet RISKOptimizer diese in der Simulation berechnete neue **Statistik** für die Zielzelle, um den nächsten Satz von anpassbaren Zellwerten zu wählen, die ausprobiert werden sollen

5) wird dann anschließend **eine weitere Simulation ausgeführt**, durch die RISKOptimizer eine neue **Statistik** zum Identifizieren eines neuen Satzes von Werten für die anpassbaren Zellen erhält

Dieser Prozess wird viele Male wiederholt, um RISKOptimizer zu ermöglichen, eine optimale Lösung zu identifizieren, d. h. um einen Satz von Werten für die anpassbaren Zellen zu finden, durch den die Statistik für den Zielzellenwert dann minimiert oder maximiert wird.

Effizienzlinien-Analyse

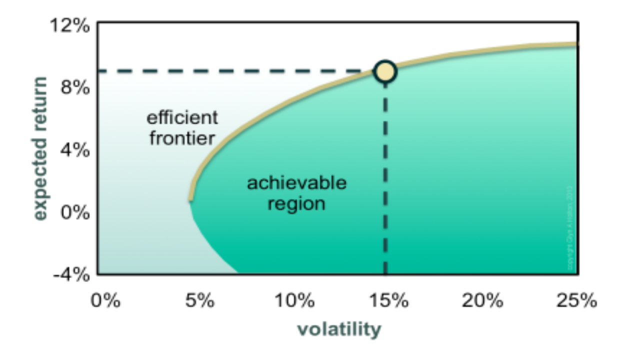
Die Effizienzlinien-Analyse ist eine spezielle Art der Optimierung. Sie wird verwendet, wenn es zwei gegensätzliche Ziele gibt. Sie legen eines als Ziel für eine Optimierung fest und beschränken das andere Ziel, nicht „schlechter" als eine angegebene Grenze zu sein. Danach wird eine Serie von Optimierungen durchgeführt, wobei jedesmal der Grenzwert der Beschränkung verändert wird.

Obwohl die Effizienzlinien-Analyse in der Regel für die Optimierung von Finanzportfolios verwendet wird, kann sie auch auf eine Reihe anderer Probleme mit zwei gegensätzlichen Zielen angewandt werden. Beispielsweise könnten Sie versuchen ein Abfallentsorgungssystem zu ermitteln, das die Kosten *und* den Umweltverschmutzungsgrad minimiert. Da diese Ziele gegensätzlich sind, könnten Sie versuchen die Kosten zu minimieren und verschiedene Obergrenzen für den zulässigen Umweltverschmutzungsgrad festlegen. Als Alternative könnten Sie den Verschmutzungsgrad minimieren und verschiedene Obergrenzen für zulässige Kosten festlegen.

Zur besseren Darstellung behandeln wir dies jedoch im Rahmen einer üblichen Portfolio-Optimierung. In diesem Kontext möchten Sie ein Wertpapier-Portfolio finden, das die erwartete Portfolio-Rendite maximiert *und* das Risiko minimiert, gewöhnlich gemessen durch die Standardabweichung der Portfolio-Rendite. Wie im Umweltverschmutzungsbeispiel sind diese beiden Ziele gegensätzlich. Daher minimiert die Effizienzlinien-Analyse gewöhnlich das Risiko (die Standardabweichung) und setzt gleichzeitig eine untere Grenze für die erwartete Rendite fest. (Dies könnte auch anders herum gemacht werden, indem die erwartete Rendite maximiert und eine obere Grenze für das Risiko festgelegt wird.) Durch die Ausführung mehrerer Optimierungen mit jeweils einer anderen unteren Grenze für die erwartete Rendite, wird die Effizienzlinie ausgefegt. Sie gibt Ihnen für eine beliebige erforderliche Rendite das Portfolio mit dem minimalen Risiko. Unter all den Portfolios an der Effizienzlinie kann dann das bevorzugte Portfolio gemäß Ihrer Risikofreudigkeit ausgewählt werden.

Das folgende Diagramm illustriert eine Effizienzlinie, die gelbe Kurve. Optimale Portfolios können für jeden Punkt auf dieser Kurve ermittelt werden; und das sind die einzigen Portfolios, die ein Investor berücksichtigen sollte. Punkte im dunkelgrünen Bereich unterhalb und rechts von der Effizienzlinie entsprechen Portfolios, die für eine vorgegebene Rendite mehr Risiko haben als erforderlich wäre; sie sind suboptimal und sollten daher nicht in Erwägung

gezogen werden. Punkte im hellgrünen Bereich oberhalb und links der Effizienzlinie sind unmöglich zu erzielen.



Beginnend mit Version 7 kann RISKOptimizer Effizienzportfolio-Analysen für beliebige Modelle mit zwei gegensätzlichen Zielen durchführen. Sie wählen eines der Ziele als Optimierungsziel aus und fügen für das andere Ziel eine Beschränkung vom Typ „Effizienzlinie“ hinzu, wobei Sie die Versuchsgrenzen festlegen, die versucht werden sollen, und wobei Sie angeben, das eine Effizienzlinien-Analyse durchzuführen ist. Danach löst RISKOptimizer eine Reihe von Optimierungen, eine für jede angegebene Grenze, und stellt die Ergebnisse grafisch und tabellarisch dar.

Dieses Verfahren dauert länger, da RISKOptimizer *mehrere* Optimierungen löst; es dauert aber nicht wesentlich länger. RISKOptimizer nutzt eine sehr effiziente Methode zur gleichzeitigen Lösung aller Optimierungen in „einem Durchgang“.

RISKOptimizer: Schritt für Schritt

Einführung

Hier wird der gesamte RISKOptimizer-Optimierungsprozess Schritt für Schritt beschrieben. Wir beginnen damit, dass wir ein vordefiniertes Kalkulationstabellenmodell öffnen und dann für RISKOptimizer das Problem definieren, indem wir die entsprechenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Dialogfelder verwenden. Anschließend beobachten wir, wie RISKOptimizer nach Lösungen sucht, und untersuchen einige der vielen Optionen im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm.

HINWEIS: Die nachstehenden Bildschirmabbildungen stammen aus Excel 2010. Falls Sie eine andere Excel-Version verwenden, entsprechen diese Abbildungen evtl. nicht ganz dem, was Sie auf dem Bildschirm sehen.

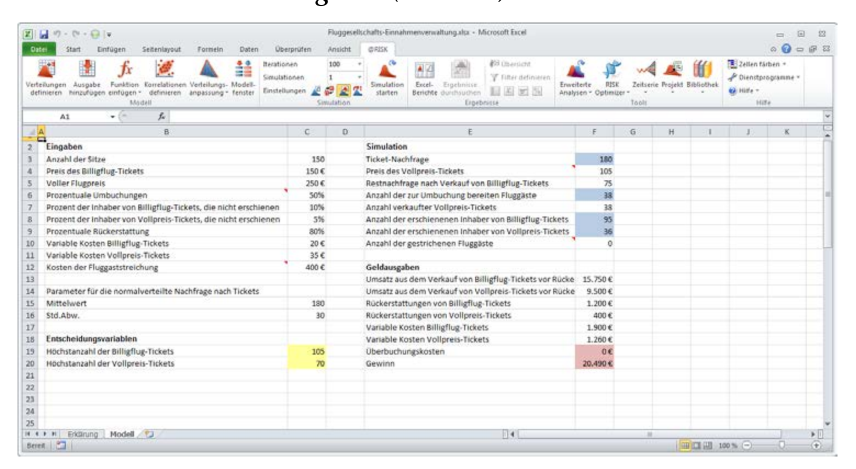
Der Problemlösungsprozess beginnt mit einem Modell, durch das das betreffende Problem genau dargestellt wird. Das Modell muss Wahrscheinlichkeitsverteilungen mit einbeziehen, durch die der Bereich der möglichen Werte für evtl. vorhandene unbestimmte Elemente beschrieben wird. Ihr Modell muss auch in der Lage sein, die Zielzelle und Beschränkungen in Bezug auf die gegebenen Werte und anpassbaren Zellen auszuwerten. Während RISKOptimizer nach Lösungen sucht, wird durch die Simulationsergebnisse ein gewisses Feedback übermittelt, wodurch RISKOptimizer erkennen kann, wie gut oder schlecht die einzelnen Vermutungen sind, und somit in die Lage versetzt wird, zunehmend bessere Vermutungen zu treffen. Bei Erstellung eines Modells des Problems muss genau geachtet werden, wie der Zielzellenwert berechnet wird, da RISKOptimizer sehr bemüht ist, die Simulationsergebnisse für diese Zelle zu maximieren (bzw. zu minimieren).

RISKOptimizer starten

Öffnen eines Beispielmodells

Um die RISKOptimizer-Funktionen zu überprüfen, können Sie sich ein RISKOptimizer-Beispielmodell ansehen, das beim Installieren von @RISK automatisch mit installiert wurde. Vorgehensweise:

1) ***Öffnen Sie im Verzeichnis RISK7\Examples\RISKOptimizer Examples das Arbeitsblatt Fluggesellschafts-Einnahmenverwaltung.xlsx (oder .xls).***



Dieses Beispielblatt enthält ein Ertragsmanagement-Modell, durch das die optimalen Begrenzungen bezüglich der Anzahl der zu verkaufenden Vollpreis- und Billigflugsitze für einen bestimmten Flug identifiziert werden. Dies ist ein klassisches Überbuchungsproblem: Eventuell werden mehr Tickets verkauft als Sitze vorhanden sind, wenn dadurch der erwartete Profit (unter Berücksichtigung der möglichen Kosten für Passagierstreichung bei überbuchten Flügen) maximiert werden kann. Bei diesem standardmäßigen Optimierungsproblem haben wir es jedoch mit einer besonderen Schwierigkeit zu tun, da einige der Schätzungen in diesem Modell unbestimmt oder „stochastisch" sind. Das bezieht sich u. a. auf die Ticket-Nachfrage und die Anzahl der Passagiere in den einzelnen Flugpreiskategorien, die bei dem betreffenden Flug tatsächlich an Bord gehen. Gewöhnlich werden hierbei Einzelpunkt-Schätzungen verwendet, wodurch eine normale Optimierung ausgeführt werden kann. Aber was passiert, wenn diese Schätzungen falsch sind? Vielleicht werden dann nicht genügend Reservierungen angenommen (wodurch auf dem Flug einige Sitze leer bleiben) oder es finden zu viele Überbuchungen statt. Auch ist es möglich, dass zu viele Billigflugsitze verkauft werden, was dann den Gewinn beeinträchtigt. Oder es werden zu viele Vollpreissitze eingeplant, wodurch die Flugzeuge dann vielleicht halb leer fliegen müssen.

RISKOptimizer ist in der Lage, diese Art von Optimierungsproblem zu lösen und Ihnen auch die Möglichkeit zu geben, die Unbestimmtheit zu berücksichtigen, die das betreffende Modell mit sich bringt.

Bei dem Beispiel über Fluggesellschaften müssen Sie zuerst mithilfe von Wahrscheinlichkeitsverteilungen die in Ihrem Modell enthaltende Unbestimmtheit beschreiben. Anschließend verwenden Sie dann die Dialogfelder in RISK, um das Optimierungsproblem einzurichten. Danach wird RISKOptimizer ausgeführt, um die optimalen Begrenzungen hinsichtlich der Anzahl an Vollpreis- und Billigflug-Reservierungen zu identifizieren sowie den Gewinn zu maximieren und dabei das Risiko in akzeptablen Grenzen zu halten.

Beschreibung der Unbestimmtheit im Modell

In RISKOptimizer werden Wahrscheinlichkeitsverteilungen verwendet, um den Bereich der möglichen Werte für die unbestimmten Elemente im Modell zu beschreiben. Durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung können der Minimal- und Maximalwert für den Unbestimmtheitsfaktor angegeben werden sowie auch die relativen Wertwahrscheinlichkeiten zwischen dem Minimum und dem Maximum.

Vor Ausführung von RISKOptimizer werden Wahrscheinlichkeitsverteilungen mittels Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen eingegeben. Dies sind anpassbare @RISK-Funktionen, die genau wie standardmäßige Excel-Funktionen in die Zellen und Formeln der Kalkulationstabelle eingegeben werden können. Beispiel:

- **RiskTriang(10;20;30)** kennzeichnet eine Dreiecksverteilung mit einem möglichen *Minimalwert* von 10, einem *Höchstwahrscheinlichkeitswert* von 20 und einem *Maximalwert* von 30.

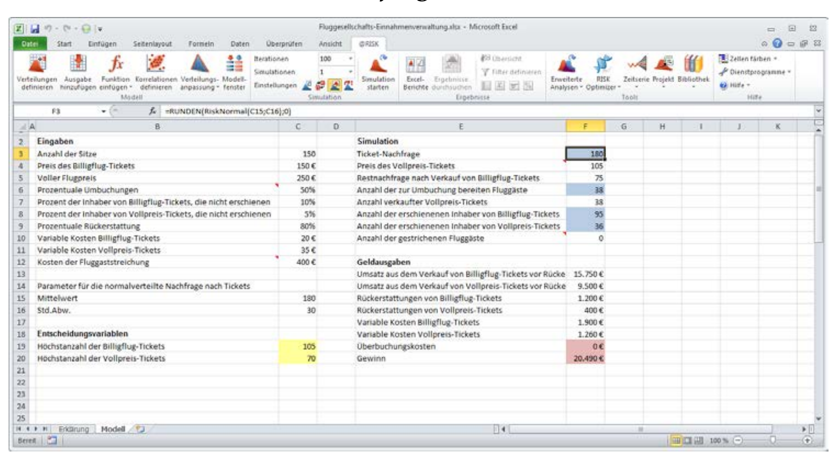
Im Modell AIRLINES.XLS sind vier Unbestimmtheitsfaktoren vorhanden, die jeweils durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen beschrieben sind. 1. Wahrscheinlichkeitsverteilung:

- **Ticket-Nachfrage (in Zelle F3)**, wie durch die Wahrscheinlichkeitsverteilung ***RiskNormal(C15;C16)*** beschrieben. Durch diese Funktion wird angegeben, dass der Mittelwert für die Anzahl der verlangten Tickets bei 180 liegt und dass mit einer Standardabweichung von 30 gearbeitet wird.

Eingabe dieser Wahrscheinlichkeitsverteilung:

1) ***Wählen Sie die Zelle F3.***

2) ***Geben Sie die Formel =RUNDEN(RiskNormal(C15;C16);0) ein. Durch die Excel-Funktion RUNDEN wird einfach die durch die RiskNormal-Funktion zurückgegebene Werteprobe genommen und auf den nächstgelegenen Ganzzahlwert auf- oder abgerundet. (Sie können also keine Nachfrage nach 175,65 Tickets haben!)***



F3 =RUNDEN(RiskNormal(C15;C16);0)

	A	B	C	D	E	F
2		**Eingaben**			**Simulation**	
3		Anzahl der Sitze	150		Ticket-Nachfrage	180
4		Preis des Billigflug-Tickets	150 €		Preis des Vollpreis-Tickets	105
5		Voller Flugpreis	250 €		Restnachfrage nach Verkauf von Billigflug-Tickets	75
6		Prozentuale Umbuchungen	50%		Anzahl der zur Umbuchung bereiten Fluggäste	38
7		Prozent der Inhaber von Billigflug-Tickets, die nicht erschienen	10%		Anzahl verkaufter Vollpreis-Tickets	38
8		Prozent der Inhaber von Vollpreis-Tickets, die nicht erschienen	5%		Anzahl der erschienenen Inhaber von Billigflug-Tickets	95
9		Prozentuale Rückerstattung	80%		Anzahl der erschienenen Inhaber von Vollpreis-Tickets	36
10		Variable Kosten Billigflug-Tickets	20 €		Anzahl der gestrichenen Fluggäste	0
11		Variable Kosten Vollpreis-Tickets	35 €			
12		Kosten der Fluggaststreichung	400 €		**Geldausgaben**	
13					Umsatz aus dem Verkauf von Billigflug-Tickets vor Rücke	15.750 €
14		Parameter für die normalverteilte Nachfrage nach Tickets			Umsatz aus dem Verkauf von Vollpreis-Tickets vor Rücke	9.500 €
15		Mittelwert	180		Rückerstattungen von Billigflug-Tickets	1.200 €
16		Std.Abw.	30		Rückerstattungen von Vollpreis-Tickets	400 €
17					Variable Kosten Billigflug-Tickets	1.900 €
18		**Entscheidungsvariablen**			Variable Kosten Vollpreis-Tickets	1.260 €
19		Höchstanzahl der Billigflug-Tickets	105		Überbuchungskosten	0 €
20		Höchstanzahl der Vollpreis-Tickets	70		Gewinn	20.490 €

Geben Sie anschließend Formeln für drei weitere Wahrscheinlichkeitsverteilungen ein.

- **Erscheinende Passagiere mit Vollpreisreservierungen (Zelle F9).** Dies wird durch ***RiskBinomial(F7;1-C8)*** beschrieben, was bedeutet, dass durchschnittlich 36 der zum Vollpreis gebuchten Fluggäste zum Flug erscheinen. Die tatsächliche Anzahl der zum Flug erscheinenden Fluggäste schwangt zwischen 0 und 38 (aber es ist sehr unwahrscheinlich, dass diese Zahl unter 30 liegen wird). Das kann am besten festgestellt werden, indem Sie auf die Zelle klicken und dann den @RISK-Befehl **Verteilung definieren** wählen.

- **Erscheinende Passagiere mit Billigflugreservierungen (Zelle F8).** Dies wird durch ***RiskBinomial(F4;1-C7)*** beschrieben, was bedeutet, dass durchschnittlich 95 der zum Billigflugpreis gebuchten Fluggäste zum Flug erscheinen. Die tatsächliche Anzahl der zum Flug erscheinenden Fluggäste schwangt zwischen 0 und 105 (wird aber wahrscheinlich nicht unter 80 liegen).

- **Zur Umbuchung bereite Fluggäste (Zelle F6)** – wird durch die Formel und Wahrscheinlichkeitsverteilung ***=WENN(F5=0;0;RiskBinomial(F5;C6)))*** beschrieben. Durch diese Formel und Funktion wird die Anzahl der Fluggäste angegeben, die vielleicht bereit sein wird, ein Vollpreis-Ticket zu kaufen, falls keine Billigflug-Tickets verfügbar sind.

Weitere Informationen über diese und andere Wahrscheinlichkeits-verteilungen finden Sie in diesem Handbuch oder in der Hilfe unter Verteilungsfunktionen.

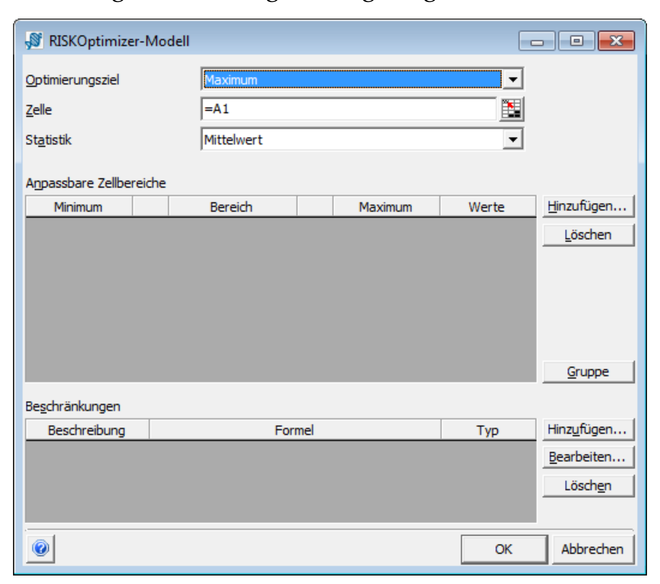
Da jetzt die Wahrscheinlichkeitsverteilungen, durch die die Unbestimmtheit beschrieben wird, ordnungsgemäß in das Modell eingegeben worden sind, können Sie als Nächstes in RISKOptimizer über die entsprechenden Dialogfelder die Optimierung einrichten.

Dialogfeld „RISKOptimizer – Modell“

Vorgehensweise, um die RISKOptimizer-Optionen für dieses Arbeitsblatt einzustellen:

1) Wählen Sie im **RISKOptimizer**-Menü den Befehl **Modelldefinition**.

Es wird dann folgendes Dialogfeld angezeigt:



Dieses Dialogfeld erleichtert den Benutzern, das Problem einfach und unkompliziert zu beschreiben. In dem im Lernprogramm gegebenen Beispiel wird versucht, die Begrenzungen für die Anzahl an Vollpreis- und Billigflugpreis-Reservierungen festzulegen, die angestrebt werden sollte, um den Gesamtgewinn zu maximieren.

Auswahl der Statistik für die Zielzelle

Profit (Zelle F20) unter *Fluggesellschaftseinnahmenverwaltung – Lernprogramm.xls* – ist die sogenannte Zielzelle. Dies ist die Zelle, deren Simulationsstatistik minimiert oder maximiert werden soll, oder die Zelle, deren Simulationsstatistik so gut wie möglich einem voreingestellten Wert angenähert werden soll. Vorgehensweise:

1) *Stellen Sie die Option* ***Optimierungsziel****auf* ***Maximum*** *ein.*

2) *Geben Sie die Zielzelle ($F$20) in das Feld* **„***Zelle“ ein.*

3) ***Wählen Sie in der Dropdown-Liste den Eintrag „Mittelwert“, da die Simulationsstatistik „Mittelwert“ maximiert werden soll.***

In den Dialogfeldern von RISKOptimizer können Zellverweise auf zwei Weisen eingegeben werden: 1) Sie können mit dem Cursor in das Feld klicken und dann den Verweis direkt in das Feld eingeben oder 2), Sie können im betreffenden Feld auf das Symbol für **Verweiseingabe** klicken und dann die gewünschten Arbeitsblattzellen direkt mit der Maus auswählen.

Hinzufügung anpassbarer Zellbereiche

Sie müssen jetzt angeben, wo sich die Zellen befinden, deren Werte RISKOptimizer anpassen soll, um nach Lösungen zu suchen. Diese Variablen werden blockweise hinzugefügt und bearbeitet, und zwar über das *Dialogfeld „Anpassbare Zellen*“.

1) ***Klicken Sie unter Anpassbare Zellbereiche auf Hinzufügen.***

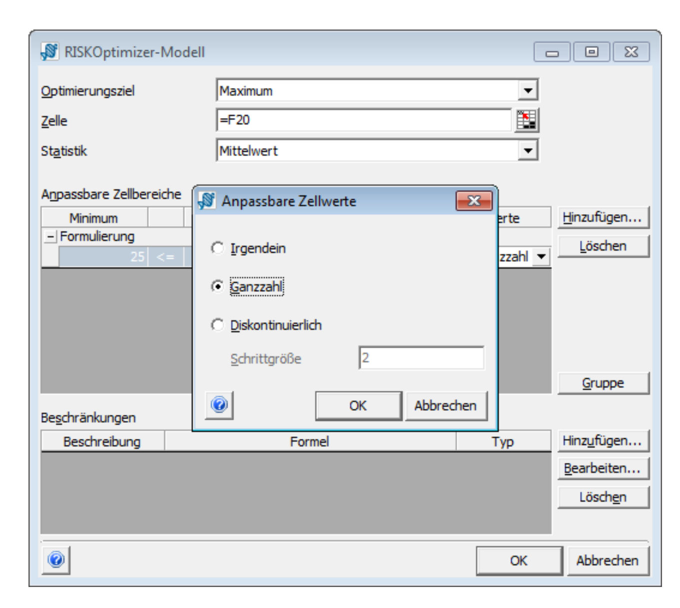
2) ***Wählen Sie C19 aus, da dies in Excel die Zelle ist, die als anpassbare Zelle hinzugefügt werden soll.***

Eingabe des Min-Max-Bereichs für anpassbare Zellen

Meistens ist es angebracht, die möglichen Werte für einen anpassbaren Zellbereich auf einen bestimmten Min-Max-Bereich zu begrenzen. In RISKOptimizer wird das „Bereichsbeschränkung“ genannt. Dieser Min-Max-Bereich kann schnell und mühelos bei Auswahl der anzupassenden Zellen eingegeben werden. Im Beispiel unter **Fluggesellschaftseinnahmenverwaltung** umfasst dieser Bereich einen möglichen Minimalwert für anzustrebende Billigflugreservierungen von 25 und einen Maximalwert von 150. Sie können diese Bereichsbeschränkung wie folgt eingeben:

1) ***Geben Sie 63,50 cm die Zelle Minimum und 381,00 cm die Zelle Maximum ein.***

2) *Wählen Sie im angezeigten Dialogfeld in der Zelle* ***Werte*** *den Eintrag* ***Ganzzahl*** *aus.*



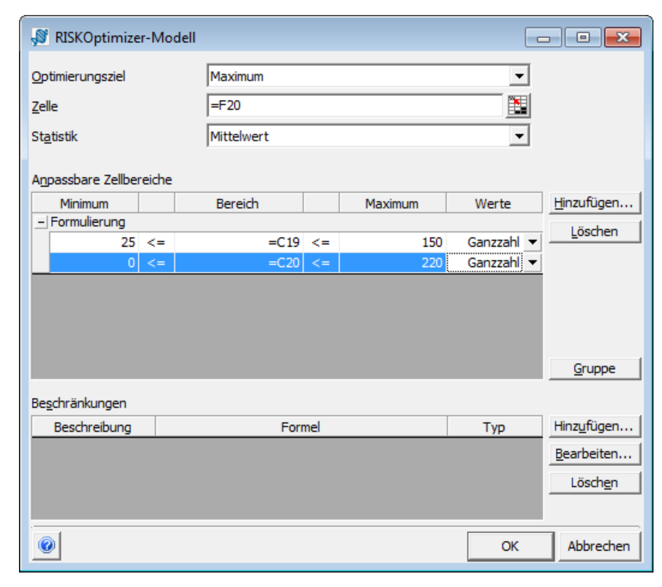
Geben Sie jetzt eine zweite anzupassende Zelle ein:

1) ***Klicken Sie auf Hinzufügen, um eine zweite anpassbare Zelle einzugeben.***

2) ***Wählen Sie die Zelle C20.***

3) ***Geben Sie 0 als Minimum und 220 als Maximum ein.***

4) ***Wählen Sie in der Spalte Werte den Eintrag Ganzzahl aus.***



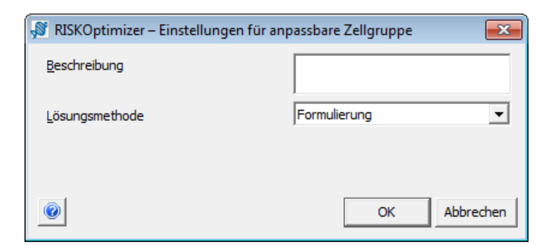
Hierdurch wird die letzte anpassbare Zelle (Zelle C20) angegeben, die die Gesamtreservierungen zum Vollpreis darstellt.

Wenn dieses Problem noch weitere Variablen hätte, würden wir diese ebenfalls als Sätze von anpassbaren Zellen hinzufügen. In RISKOptimizer können Sie eine unbegrenzte Anzahl von anpassbaren Zellgruppen erstellen. Sie brauchen zu diesem Zweck lediglich erneut auf „Hinzufügen" klicken.

Etwas später möchten Sie vielleicht die anpassbaren Zellen überprüfen oder einige der zugehörigen Einstellungen ändern. Das kann mühelos durch Bearbeitung des Min-Max-Bereichs in der Tabelle geschehen. Auch können Sie einen Satz von Zellen auswählen und dann auf „Löschen" klicken, um diesen zu entfernen.

Auswahl einer Lösungsmethode

Beim Definieren von anpassbaren Zellen können Sie die zu verwendende ***Lösungsmethode*** angeben. Für verschiedene Arten von anpassbaren Zellen sind unterschiedliche Lösungsmethoden erforderlich. Lösungsmethoden werden jeweils für eine Gruppe von anpassbaren Zellen eingestellt und können durch Klicken auf **Gruppe** und Anzeige des Dialogfelds **Einstellungen für anpassbare Zellgruppen** geändert werden. Oft wird die standardmäßige Lösungsmethode „Formulierung" verwendet, bei der der Wert jeder einzelnen Zelle unabhängig von den anderen Zellen geändert werden kann. Da „Formulierung" bereits als Standardmethode ausgewählt ist, braucht hier nichts geändert werden.



Die Lösungsmethoden „Formulierung" und „Reihenfolge" sind am beliebtesten und können auch zusammen verwendet werden, um komplexe, kombinatorische Probleme zu lösen. Durch die Lösungsmethode „Formulierung" wird jede Variable als Bestandteil einer Formulierung behandelt und es wird versucht, die „beste Kombination" zu finden, indem der Wert der einzelnen Variablen unabhängig voneinander geändert wird. Im Gegensatz dazu werden bei der Lösungsmethode „Reihenfolge" die Werte unter den Variablen ausgetauscht. Mit anderen Worten, die Originalwerte werden neu angeordnet, um die beste Reihenfolge zu finden.

Beschränkungen

RISKOptimizer ermöglicht Ihnen, Beschränkungen einzugeben. Dabei handelt es sich um Bedingungen, die eingehalten werden müssen, um eine gültige Lösung zu generieren. In diesem Beispielmodell ist eine zusätzliche Beschränkung enthalten, die eingehalten werden muss, damit der mögliche Satz an Werten für die *Begrenzung von Billigflug-Tickets* und *Vollpreis-Tickets* auch gültig ist. Diese beiden Beschränkungen sind zusätzlich zu den Bereichsbeschränkungen, die bereits für die anpassbaren Zellen eingegeben wurden. Dabei handelt es sich um folgende Beschränkungen:

♦ **Die Wahrscheinlichkeit, dass der Profit 15.000 $ unterschreitet, darf nicht größer als 5 % sein**

Jedesmal, wenn RISKOptimizer eine mögliche Lösung für Ihr Modell generiert, wird eine Simulation für diese Lösung ausgeführt. Jede Simulation besteht aus Hunderten oder Tausenden von Iterationen oder Neuberechnungen der Kalkulationstabelle. Bei jeder Iteration wird eine Werteprobe aus jeder Wahrscheinlichkeitsverteilung im Modell erhoben. Anschließend wird das Modell dann unter Verwendung der neu erhobenen Werte erneut berechnet und somit ein neuer Wert für die Zielzelle generiert. Bei Abschluss der Probelösungssimulation wird eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Zielzelle generiert, und zwar unter Verwendung der für die einzelnen Iterationen berechneten Zielzellenwerte.

Iterations- und Simulations-beschränkungen

Die Beschränkungen können durch RISKOptimizer überprüft werden, und zwar entweder

♦ **nach jeder Iteration der Simulation (Iterationsbeschränkung) oder**

♦ **am Ende jeder Simulation (Simulationsbeschränkung)**

Im Fluggesellschaftsmodell stellt „Die Wahrscheinlichkeit, dass der Profit 15.000 $ unterschreitet, darf nicht größer als 5 % sein" eine Simulationsbeschränkung dar. In diesem Beispiel wird zu Ende der Probelösung das 5. Profitperzentil unter Verwendung von Werten aus allen Iterationen berechnet. Die Gültigkeit einer gegebenen Lösung wird dadurch entschieden, ob das 5. Perzentil auch der 15.000 $-Beschränkung entspricht.

Beschränkungen werden im Dialogfeld „RISKOptimizer – Modell" ganz unten unter *Beschränkungen* angezeigt. In RISKOptimizer können zwei Arten von Beschränkungen angegeben werden:

- **Harte Beschränkungen** Dies sind Bedingungen, die eingehalten werden müssen, um eine gültige Lösung zu erhalten (bei einer harten Iterationsbeschränkung könnte es sich z. B. um C10<=A4 handeln, in welchem Fall die Lösung verworfen werden würde, wenn durch sie für C10 ein Wert generiert wird, der größer ist als der Wert in Zelle A4).

- **Weiche Beschränkungen** Dies sind Bedingungen, die so gut wie möglich eingehalten werden sollten, die aber kompromittiert werden können, um ein erheblich besseres Fitness- oder Zielzellenergebnis zu erhalten. Bei einer weichen Beschränkung könnte es sich z. B. um C10<100 handeln. In diesem Fall könnte C10 zwar größer als 100 sein, aber dann würde der für die Zielzelle berechnete Wert reduziert werden, und zwar gemäß der von Ihnen eingegebenen Strafpunkte.

Hinzufügung einer Beschränkung

Vorgehensweise:

1) Klicken Sie in RISKOptimizer im Hauptdialogfeld unter **Beschränkungen** auf **Hinzufügen.**

Dadurch wird das Dialogfeld **Beschränkungseinstellungen** angezeigt, in das Sie die Beschränkungen für Ihr Modell eingeben können.

Einfache und Formelbeschränkungen

Zwei Formate – **Einfach** und **Formel** – können zur Eingabe von Beschränkungen verwendet werden. Das Format **Einfach** ermöglicht die Eingabe von Beschränkungen unter Verwendung einfacher Vergleiche, wie z. B. <, <=, >, >= oder =. Eine typische Beschränkung des Formats **Einfach** wäre z. B. *0<Wert von A1<10*, wobei **A1** in das Feld *Zellbereich*, **0** in das Feld *Min* und **10** in das Feld *Max* eingegeben wird. Der gewünschte Operator wird dann in den Dropdown-Listenfeldern ausgewählt. Bei diesem Beschränkungsformat kann entweder ein Minimalwert oder ein Maximalwert oder auch beides eingegeben werden.

Eine Formelbeschränkung macht es dagegen möglich, irgendeine gültige Excel-Formel als Beschränkung einzugeben. Es kann z. B. die Formel **=WENN(A1>100; B1>0; B1<0)** eingegeben werden. Ob B1 bei dieser Beschränkung positive oder negative sein muss, hängt ganz vom Wert in Zelle A1 ab. Alternativ kann die Formel auch in eine Zelle eingegeben werden. Wenn es sich bei dieser Zelle um C1 handelt, kann im Dialogfeld **Beschränkungseinstellungen** in das Feld **Formel** der Wert =*C1* eingegeben werden.

In der Regel wird RISKOptimizer durch Eingabe der Beschränkungen im Format **Einfach** dabei geholfen, die optimale Lösung schneller zu finden. Die vorstehend erwähnte Formel könnte beispielsweise als =*WENN(A1>100;B1; -B1)* in Zelle D1 eingegeben werden. Anschließend kann eine einfache Formatsbeschränkung hinzugefügt werden, wodurch dann *D1>0* sein muss.

Um die Beschränkungen für das Fluggesellschaftsmodell einzugeben, müssen Sie zwei neue Beschränkungen angeben. Zuerst einmal die harte Beschränkung *Profit > 0* im Format *Einfacher Wertebereich*:

1) ***Geben Sie in das Beschreibungsfeld „Mindestens 15.000 € verdienen" ein.***

2) ***Geben Sie in das Feld „Zu beschränkender Bereich" F20 ein.***

3) ***Wählen Sie rechts von „Zu beschränkender Bereich" den Operator > aus.***

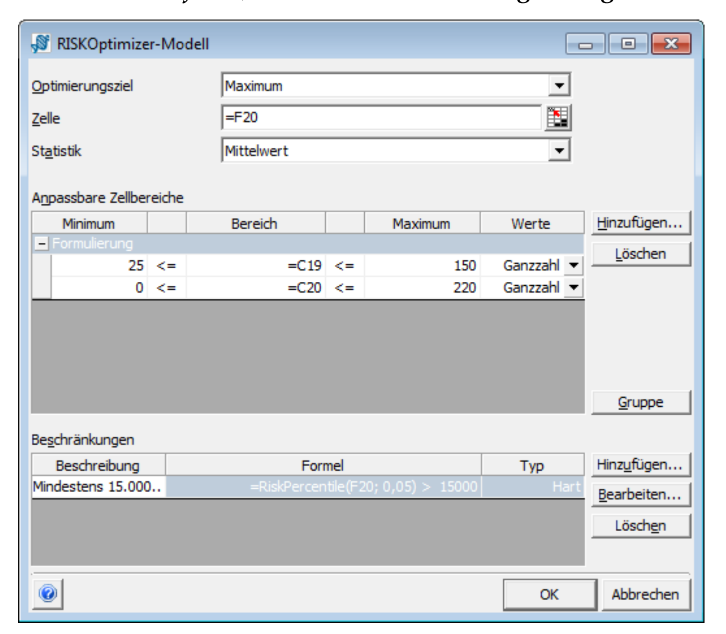
4) ***Geben Sie in das Feld „Maximum" den Wert 15.000 ein.***

5) ***Löschen Sie links von Zu beschränkender Bereich den Operator, indem Sie in der Dropdown-Liste einen leeren Eintrag wählen.***

6) ***Wählen Sie in „Zu beschränkende Statistik" den Wert „Perzentil" (X für ein gegebenes P) aus.***

7) ***Geben Sie 0,05 als zu verwendendes Perzentil ein.***

8) ***Klicken Sie auf OK, um diese Beschränkung einzugeben.***



Andere RISKOptimizer-Optionen

Das Verhalten von RISKOptimizer während der Optimierung wird zum Teil durch @RISK-Einstellungen gesteuert, über die alle Simulationen (einschließlich der außerhalb von RISKOptimizer vorgenommenen) ausgeführt werden. Die gleiche Anzahl von Iterationen wird z. B. sowohl für RISKOptimizer-Simulationen als auch für andere Simulationen verwendet. In unserem Beispiel ist dieser Wert auf 500 eingestellt.

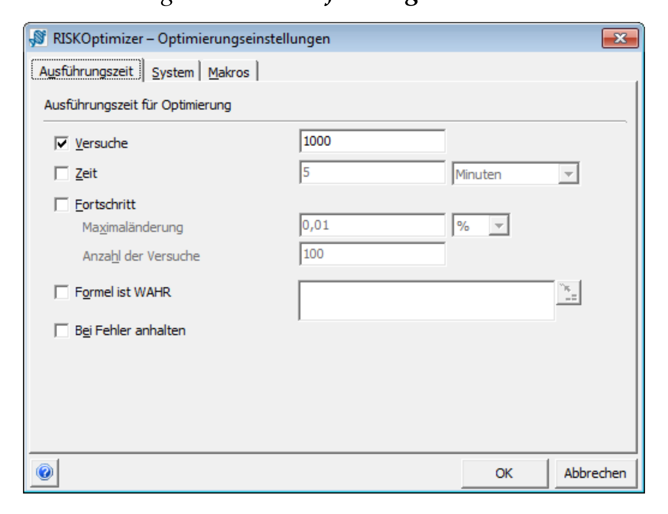
Auch sind noch zusätzliche Optionen verfügbar, um einzustellen, wie RISKOptimizer während einer Optimierung funktionieren soll. Beispielsweise kann auf diese Weise die Ausführungszeit festgelegt werden und welches Optimierungssystem verwendet werden soll.

Ausführungszeit für Optimierung

Durch RISKOptimizer kann eine Optimierung so lange wie gewünscht ausgeführt werden. Mithilfe der Anhaltebedingungen wird RISKOptimizer angewiesen, automatisch anzuhalten, wenn entweder: **a)** *eine bestimmte Anzahl an Szenarien oder Versuchen ausgeführt wurde oder* **b)** *eine bestimmte Zeitspanne verstrichen ist oder* **c)** *keine Verbesserung in den letzten* ***n*** *Szenarien festgestellt wurde oder* **d)** *die eingegebene Excel-Formel dem Wert WAHR entspricht oder* **e)** *ein Fehlerwert für die Zielzelle berechnet wurde*. So können die Anhaltebedingungen angezeigt und bearbeitet werden:

1) *Klicken Sie im Hauptmenü von* ***RISKOptimizer*** *auf den Befehl* ***Einstellungen****.*

2) *Wählen Sie die Registerkarte* ***Ausführungszeit.***



Im Dialogfeld **Optimierungseinstellungen** können Sie jede beliebige Kombination dieser Optimierungsanhaltebedingungen auswählen oder auch überhaupt keine. Falls Sie mehr als eine Anhaltebedingung wählen, stoppt RISKOptimizer, sobald eine der ausgewählten Bedingungen eintritt. Wenn Sie dagegen überhaupt keine Anhaltebedingung auswählen, wird RISKOptimizer so lange ausgeführt, bis alle möglichen Lösungen ausprobiert worden sind oder Sie den Vorgang manuell anhalten, indem Sie in der RISKOptimizer-Symbolleiste auf die Schaltfläche **Stop** drücken.

Versuche	Zeitdauer	Fortschritt	Formel ist WAHR
Durch diese Option wird die Anzahl der Simulationen eingestellt, die RISKOptimizer ausführen soll. RISKOptimizer führt eine Simulation für einen kompletten Satz von Variablen oder für eine mögliche Lösung des Problems aus.	RISKOptimizer wird angehalten, sobald eine bestimmte Zeitspanne verstrichen ist. Dies kann durch eine Dezimalzahl angegeben werden (z. B. 4,25).	Diese Anhaltebedingung wird am beliebtesten benutzt, weil dadurch die Verbesserung festgehalten und RISKOptimizer so lange ausgeführt wird, bis kaum noch Verbesserungen auftreten. RISKOptimizer könnte z. B. angehalten werden, wenn bereits 100 Simulationen ausgeführt worden sind und immer noch keine Änderung im bisher besten Szenario festgestellt wurde.	RISKOptimizer wird angehalten, wenn die eingegebene Excel-Formel in der Simulation dem Wert WAHR entspricht.

1) ***Stellen Sie die Minuten auf 5 ein, damit* RISKOptimizer *genau fünf Minuten lang ausgeführt wird.***

Simulations-Ausführungszeit

Durch RISKOptimizer wird eine volle Simulation Ihres Modells für jede erstellte Probelösung ausgeführt und die Simulation wird ausschließlich gemäß @RISK-Simulationseinstellungen angehalten.

System

Die Registerkarte **System** ermöglicht Ihnen, das System **Gentechnischer Algorithmus** oder **OptQuest** für die Optimierung auszuwählen. Sie können es aber auch RISKOptimizer überlassen, automatisch das beste System für Sie zu wählen. Für dieses Modell soll aber die Standardeinstellung **Automatisch** aktiviert bleiben.

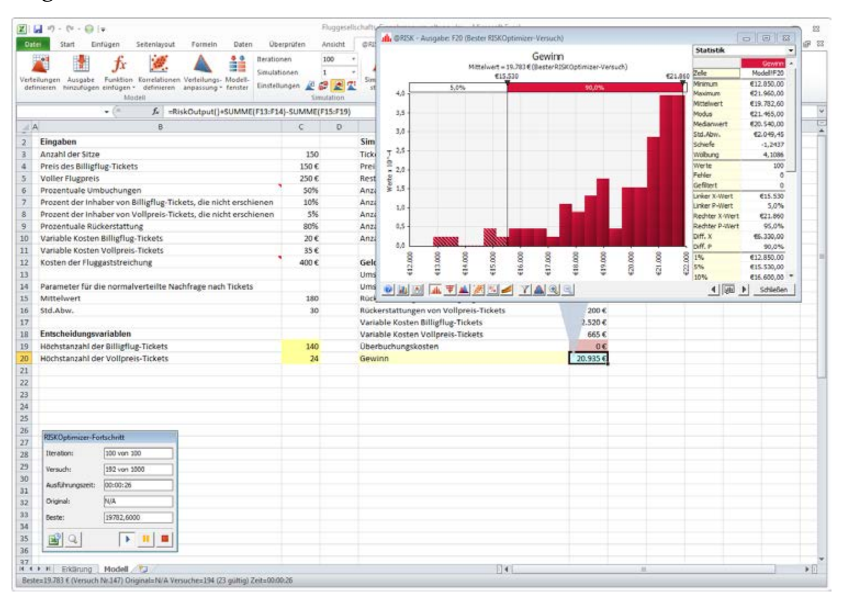
Ausführung der Optimierung

Jetzt braucht dieses Modell nur noch optimiert werden, um die maximale Anzahl an Reservierungen in jeder Flugpreiskategorie festzulegen, damit der Profit maximiert wird. Vorgehensweise:

1) ***Klicken Sie auf OK, um das Dialogfeld Optimierungseinstellungen zu beenden.***

2) ***Klicken Sie im Hauptmenü von RISKOptimizer auf den Befehl Start.***

Während RISKOptimizer damit beginnt, an diesem Problem zu arbeiten, werden in Ihrer Kalkulationstabelle die aktuellen besten Werte für die anpassbaren Zellen angezeigt, *d. h. für die Begrenzung von Billigflug-Tickets und Vollpreis-Tickets.* Der beste Mittelwert für *Profit* ist oberhalb des Diagramms zu sehen, das die beste Lösung zeigt.



Während dieser Vorgang ausgeführt wird, ist im Fenster **Evolver-Fortschritt** Folgendes zu sehen: 1) die beste bisher gefundene Lösung, 2) der Originalwert der ausgewählten Simulationsstatistik für die Zielzelle bei Beginn der RISKOptimizer-Optimierung, 3) die Anzahl der Simulationen Ihres Modells, die bisher ausgeführt wurden, und die Anzahl der davon gültigen Simulationen (d. h. bei denen alle Beschränkungen eingehalten wurden) und 4) die bisher während der Optimierung verstrichene Zeit.

In @RISK wird auch die Profitverteilung für jede der erkannten besten Lösungen angezeigt. Wenn Sie sich dieses Diagramm genauer ansehen, werden Sie feststellen, dass bei der besten Lösung das 5. Perzentil des Profits oberhalb von 15.000 liegt.

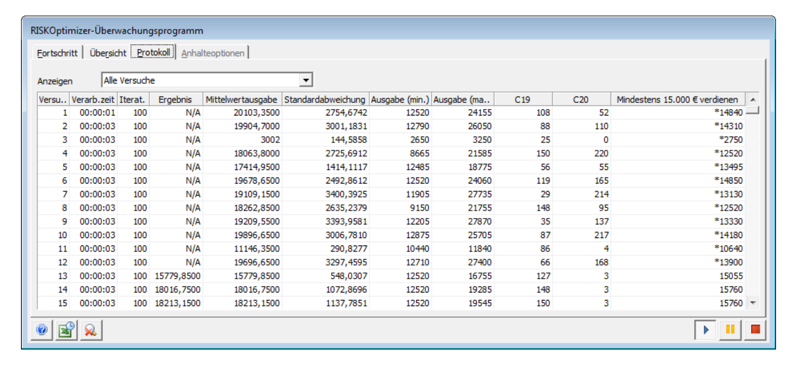
Während der Simulationsausführung können Sie jederzeit auf **Aktualisierung der Excel-Anzeige ein- und ausschalten** klicken. Wenn diese Option aktiviert ist, wird der Bildschirm mit jeder Iteration neu aktualisiert.

RISKOptimizer-Überwachungs-programm

In RISKOptimizer kann auch ein kontinuierliches Protokoll der für jede Probelösung ausgeführten Simulationen angezeigt werden. Dieses Protokoll ist während der Ausführung von RISKOptimizer im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm zu sehen. Das Überwachungsprogramm ermöglicht Ihnen, viele Aspekte des Problems zu untersuchen und zu ändern, während RISKOptimizer an diesem arbeitet. Das kontinuierliche Protokoll der ausgeführten Simulationen kann wie folgt angezeigt werden:

1) ***Klicken Sie im Fenster „RISKOptimizer-Fortschritt“ auf das Symbol für „Überwachungsprogramm“ (d. h. auf die Lupe), um das RISKOptimizer-Überwachungsprogramm anzuzeigen.***

2) ***Klicken Sie auf die Registerkarte Protokoll.***



Versu..	Verarb.zeit	Iterat.	Ergebnis	Mittelwertausgabe	Standardabweichung	Ausgabe (min.)	Ausgabe (ma..	C19	C20	Mindestens 15.000 € verdienen
1	00:00:01	100	N/A	20103,3500	2754,6742	12520	24155	108	52	*14840
2	00:00:03	100	N/A	19904,7000	3001,1831	12790	26050	88	110	*14310
3	00:00:03	100	N/A	3002	144,5858	2650	3250	25	0	*2750
4	00:00:03	100	N/A	18063,8000	2725,6912	8665	21585	150	220	*12520
5	00:00:03	100	N/A	17414,9500	1414,1117	12485	18775	56	55	*13495
6	00:00:03	100	N/A	19678,6500	2492,8612	12520	24060	119	165	*14850
7	00:00:03	100	N/A	19109,1500	3400,3925	11905	27735	29	214	*13130
8	00:00:03	100	N/A	18262,8500	2635,2379	9150	21755	148	95	*12520
9	00:00:03	100	N/A	19209,5500	3393,9581	12205	27870	35	137	*13330
10	00:00:03	100	N/A	19896,6500	3006,7810	12875	25705	87	217	*14180
11	00:00:03	100	N/A	11146,3500	290,8277	10440	11840	86	4	*10640
12	00:00:03	100	N/A	19696,6500	3297,4595	12710	27400	66	168	*13900
13	00:00:03	100	15779,8500	15779,8500	548,0307	12520	16755	127	3	15055
14	00:00:03	100	18016,7500	18016,7500	1072,8696	12520	19285	148	3	15760
15	00:00:03	100	18213,1500	18213,1500	1137,7851	12520	19545	150	3	15760

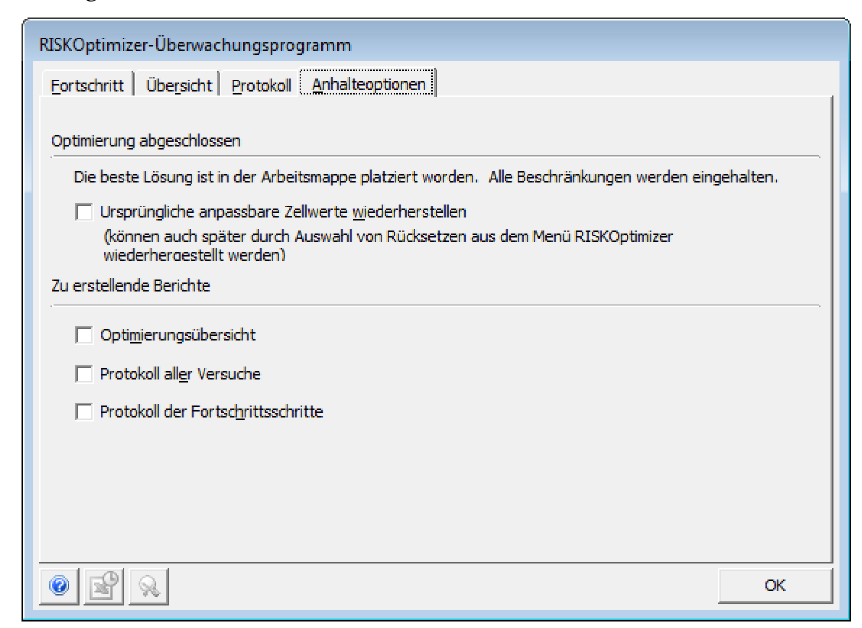
In diesem Bericht sind die Simulationsergebnisse jeder Probelösung zu sehen. In der Spalte **Ergebnis** wird für jede Simulation der Wert der Zielzellenstatistik angegeben, die maximiert oder minimiert werden soll – in diesem Fall der Mittelwert des Profits in F20. In den Spalten *Ausgaben-Mittelw.*, *Ausgaben-StdAbw.*, *Ausgabe (min.)* und *Ausgabe (max.)* wird die Wahrscheinlichkeitsverteilung für den Zielzellenprofit beschrieben, der durch die einzelnen Simulationen berechnet wurde. In den Spalten *C19* und *C20* werden die Werte identifiziert, die für die anpassbaren Zellen verwendet wurden. In der Spalte für *Mindestens 15.000 € verdienen* ist zu sehen, ob diese Beschränkung bei jeder Simulation eingehalten wurde.

Anhalten der Optimierung

Nach fünf Minuten wird die Optimierung durch RISKOptimizer angehalten. Sie können die Optimierung aber auch anhalten, indem Sie

1) *Im Fenster* **RISKOptimizer-Überwachungsprogramm** *oder* **RISKOptimizer-Fortschritt** *auf das Symbol für* **Stop** *klicken.*

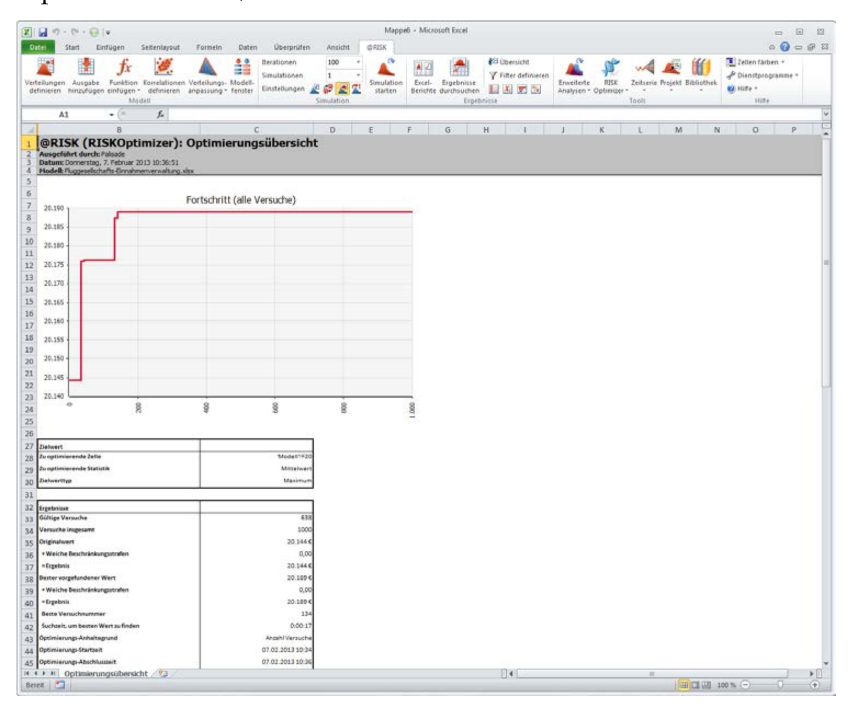
Sobald der RISKOptimizer-Prozess angehalten wird, ist die Registerkarte **Anhalteoptionen** zu sehen, auf der folgende Optionen verfügbar sind:



Dieselben Optionen werden automatisch angezeigt, wenn irgendwelche der im Dialogfeld **RISKOptimizer-Optimierungseinstellungen** eingestellten Anhaltebedingungen eingehalten werden.

Übersichtsbericht

In RISKOptimizer können Sie einen Optimierungs-Übersichtsbericht erstellen, der Informationen, wie z. B. Datum und Urzeit der Ausführung, die verwendeten Optimierungseinstellungen, den für die Zielzelle berechneten Wert und den Wert der einzelnen anpassbaren Zellen, enthält.



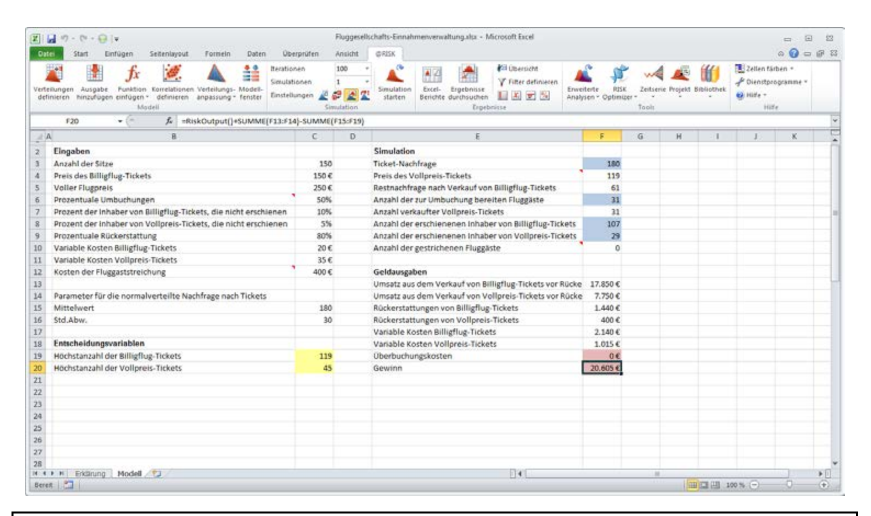
Dieser Bericht kann dazu verwendet werden, die Ergebnisse von aufeinander folgenden Optimierungen zu vergleichen.

Platzierung der Ergebnisse im Modell

So geben Sie die neue, optimierte Mischung von Begrenzungen *für die Begrenzung von Billigflug-Tickets und Vollpreis-Tickets* in Ihr Arbeitsblatt ein:

1) Klicken Sie auf die Schaltfläche Stop.

Sie kehren zum Arbeitsblatt ***Fluggesellschafts-Einnahmenverwaltung - Lernprogramm.xlsx*** zurück, und zwar sind dort jetzt alle neuen variablen Werte zu sehen, durch die die beste Lösung erstellt wurde. **Die beste Lösung ist stets ein Mittelwert der Simulationsergebnisse für den Profit. Dies ist nicht dasselbe wie der Wert, der bei einer einfachen Neuberechnung des Profits mithilfe der besten variablen Werte angezeigt wird.** Der beste Mittelwert ist in @RISK im Ausgabediagramm zu sehen. Falls dieses Diagramm nicht angezeigt wird, klicken Sie in die Zelle und dann auf **Ergebnisse durchsuchen**, um das Diagramm einzublenden.



WICHTIGER HINWEIS: In unserem Beispiel ist zwar zu sehen, dass RISKOptimizer eine Lösung gefunden hat, die einen Gesamtprofit von 20.605 € ergibt, aber das von Ihnen erarbeitete Ergebnis kann durchaus höher oder niedriger ausfallen. RISKOptimizer könnte auch eine andere Kombination aus Begrenzung von Billigflug-Tickets und Vollpreis-Tickets gefunden haben, die das gleiche Gesamtergebnis ergibt. Diese Differenzen ergeben sich dadurch, dass RISKOptimizer sich in folgendem wichtigen Punkt von allen anderen problemlösenden Algorithmen unterscheidet: Der Zufallsprozess der Optimierungssysteme ermöglicht RISKOptimizer, eine größere Vielfalt von Problemen zu lösen und bessere Lösungen zu finden.

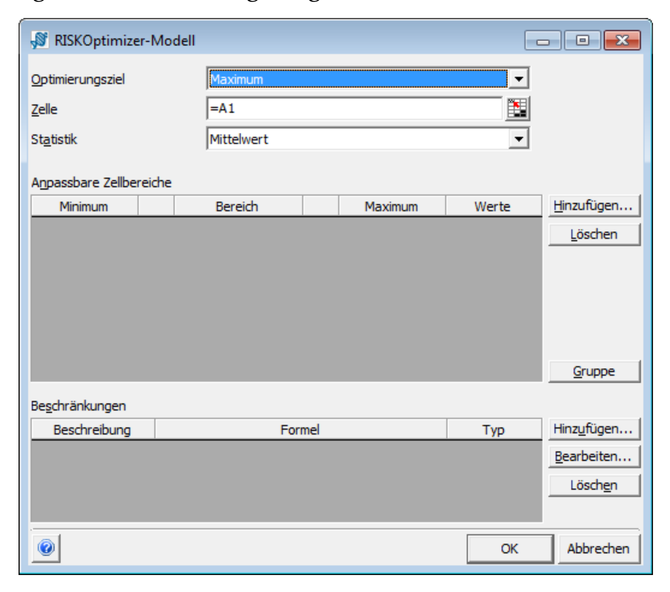
Wenn Sie nach Ausführung von RISKOptimizer irgendein Arbeitsblatt speichern, werden alle Einstellungen in den RISKOptimizer-Dialogfeldern gleich mit gespeichert, selbst wenn Sie die Originalwerte des Arbeitsblattes nach Ausführung von RISKOptimizer wiederherstellen. Beim nächsten Öffnen des Arbeitsblattes werden dadurch die neuesten RISKOptimizer-Einstellungen automatisch mit geladen. In all den anderen Arbeitsblattbeispielen sind die RISKOptimizer-Einstellungen bereits vorhanden, sodass mit dem Optimieren sofort begonnen werden kann.

RISKOptimizer-Befehle

Befehl „Modelldefinition“

Definiert sowohl das Ziel als auch die anpassbaren Zellen und die Beschränkungen für ein Modell

Durch Auswahl des RISKOptimizer-Befehls „Modelldefinition“ wird das Dialogfeld „Modell“ angezeigt.



Dialogfeld „RISKOptimizer Modell“

Dieses Dialogfeld wird dazu verwendet, in RISKOptimizer ein Optimierungsproblem anzugeben oder zu beschreiben. Dieses Dialogfeld ist in jeder neuen Excel-Arbeitsmappe anfangs leer, aber die darin angegebenen Informationen werden zusammen mit der Arbeitsmappe gespeichert. Mit anderen Worten, wenn das Arbeitsblatt wieder geöffnet wird, sind alle in das Dialogfeld „Modell“ eingegebenen Informationen darin enthalten. Alle Komponenten dieses Dialogfelds werden in diesem Abschnitt beschrieben.

Im Dialogfeld „Modell" stehen folgende Optionen zur Verfügung:

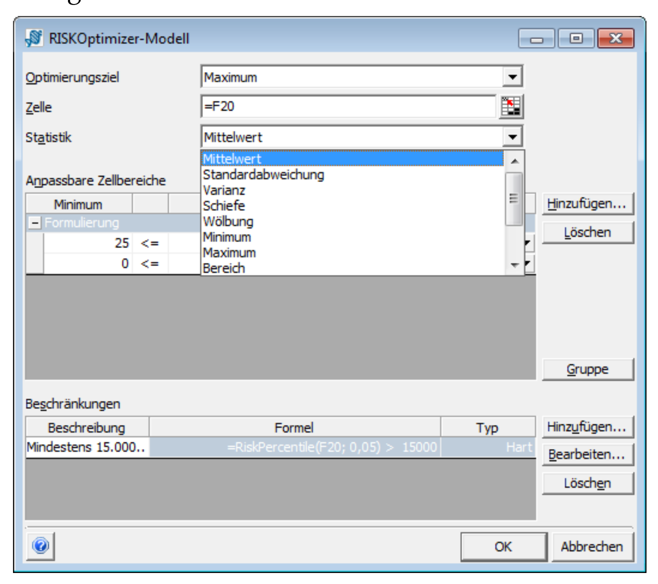
- **Optimierungsziel.** Durch diese Option wird festgelegt, nach welcher Antwort RISKOptimizer suchen soll. Bei Auswahl von *Minimum* sucht RISKOptimizer nach variablen Werten, durch die der kleinstmögliche Wert für die ausgewählte Simulationsergebnisstatistik der Zielzelle erzeugt wird (bis -1e300). Wenn dagegen *Maximum* gewählt wird, sucht RISKOptimizer nach variablen Werten, die den größtmöglichen Wert für die ausgewählte Statistik ergeben (bis +1e300).

  Bei Auswahl von *Zielwert* sucht RISKOptimizer nach variablen Werten, die eine Wert für die gewählte Statistik erzeugen, der möglichst nah an dem von Ihnen angegebenen Wert liegt. Sobald RISKOptimizer eine entsprechende Lösung findet, wird die Suche automatisch beendet. Wenn Sie beispielsweise angeben, dass RISKOptimizer den Mittelwert der Verteilung von Simulationsergebnissen suchen soll, der möglichst nahe an 14 liegt, erarbeitet RISKOptimizer u. U. ein Szenario, dass einen Mittelwert von 13,7 oder 14,5 ergibt. 13,7 liegt natürlich näher an 14 als 14,5, aber RISKOptimizer kümmert sich nicht darum, ob der statistische Wert über oder unter dem angegebenen Wert liegt, sondern nur darum, wie dicht der gefundene Wert an dem von Ihnen angegebenen Wert liegt.

- **Zelle** Die Zelle oder ***Zielzelle*** enthält die Ausgabe Ihres Modells. Für diese Zielzelle wird durch Simulation eine Verteilung von möglichen Werten generiert, und zwar für jede von RISKOptimizer erzeugte Probelösung (d. h. für jede Kombination von möglichen anpassbaren Zellwerten). Die Zielzelle sollte eine Formel enthalten, die entweder direkt oder über eine Reihe von Berechnungen von den anpassbaren Zellen abhängt. Diese Formel kann mithilfe von standardmäßigen Excel-Formeln (wie z. B. SUM() oder auch mittels benutzerdefinierter VBA-Makrofunktionen erstellt werden. Bei Verwendung von VBA-Makrofunktionen kann RISKOptimizer sogar Modelle auswerten, die sehr komplex sind.

  Bei der Suche nach einer Lösung verwendet RISKOptimizer eine Simulationsergebnisstatistik der Zielzelle, um die „Fitness" der einzelnen möglichen Szenarien auszuwerten und um zu bestimmen, welche variablen Werte weiter angepasst werden sollen. Bei Aufbau des Modells muss die Zielzelle die Fitness des gegebenen Szenarios reflektieren, damit RISKOptimizer beim Berechnen der Möglichkeiten auch den Fortschritt genau messen kann.

- **Statistik** Durch Eingabe in die Statistik geben Sie die statistischen Simulationsergebnisse für die ***Zielzelle*** an, die minimiert, maximiert oder auf einen bestimmten Wert eingestellt werden soll. Die entsprechende Statistik dafür wird in der Dropdown-Liste ausgewählt.



Um die Statistik für die Zielzelle auszuwählen, die minimiert, maximiert oder auf einen bestimmten Wert eingestellt werden soll, brauchen Sie die gewünschte Statistik nur in der angezeigten Dropdown-Liste auswählen. Wenn ein Perzentil oder Ziel für die Verteilung der Zielzelle ausgewählt werden soll, bitte wie folgt vorgehen:

1) **Wählen Sie *Perzentil (X für gegebenes P)* oder *Ziel (P für gegebenes X)*.**

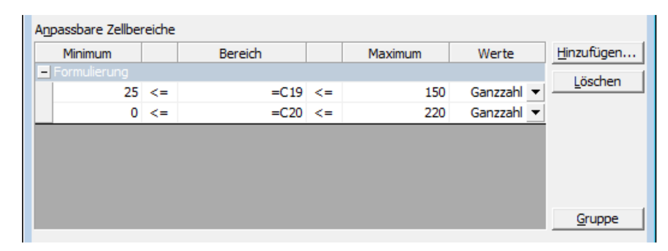
2) **Geben Sie für *Perzentil (X für gegebenes P)* den gewünschten *P*-Wert (d. h. einen Wert zwischen 0 und 100) in das %-Feld ein.** Der zu minimierende oder maximierende Wert ist der Wert, der mit dem eingegebenen Perzentil verknüpft ist. Mit anderen Worten, die Eingabe von „Perzentil (99%)“ veranlasst RISKOptimizer, die Kombination von anpassbaren Zellwerten zu identifizieren, die das 99. Perzentil der Simulationsergebnis-Verteilung für die Zielzelle minimiert oder maximiert.

3) **Geben Sie für das *Ziel (P für gegebenes X)*, den gewünschten X-Wert ein.** Der zu minimierende oder maximierende Wert ist die Summenwahrscheinlichkeit, die mit dem eingegebenen Wert verknüpft ist. Mit anderen Worten, die Eingabe von „Ziel (1000)“ veranlasst RISKOptimizer, die Kombination von anpassbaren Zellwerten zu identifizieren, durch die die Summenwahrscheinlichkeit des Wertes 1000 (die durch Verwendung der Simulationsergebnisverteilung für die Zielzelle berechnet wurde) minimiert oder maximiert wird.

Mithilfe von @RISK-/RISKOptimizer-Statistikfunktionen, wie z. B. **RiskMean**, haben Benutzer die Möglichkeit, in Ihren Modellen diverse Statistiken zu erfassen. Um den Wert in solcher Zelle zu optimieren, braucht die zu optimierende Statistik nicht angegeben werden, da die Zelle diese Informationen bereits enthält. Wählen Sie in diesem Fall in der Dropdown-Liste **Statistik** die Option **Wert**, um RISKOptimizer anzuweisen, bei Beendung einer Simulation den Wert einer bestimmten Zelle zu optimieren. Wenn ein Benutzer beispielsweise den Mittelwert der Zelle C5 optimieren möchte, kann er *=RiskMean(C5)* in Zelle C6 eingeben, dann im Dialogfeld **Modell** die Zelle C6 als zu optimierende Zelle angeben und anschließend in der Dropdown-Liste **Statistik** die Option **Wert** wählen. Alternativ kann er aber auch C5 als die zu optimierende Zelle angeben und dann in der Dropdown-Liste **Statistik** die Option **Mittelwert** auswählen.

Anpassbare Zellbereiche

In der Tabelle *Anpassbare Zellbereiche* werden die einzelnen Bereiche angezeigt, die die von RISKOptimizer anzupassenden Zellen oder Werte enthalten, und zwar zusammen mit der für diese Zellen eingegebenen Beschreibung. Jeder Satz von anpassbaren Zellen ist in einer horizontalen Zeile aufgelistet. Ein oder mehrere anpassbare Zellbereiche können zu einer **anpassbaren Zellgruppe** zusammengefasst werden. Alle Zellbereiche in einer anpassbaren Zellgruppe verwenden die gleiche Lösungsmethode und wenn der gentechnische Algorithmus eingesetzt wird, auch die gleiche Crossing-over-Rate, Mutationsrate sowie die gleichen Operatoren.



Da die anpassbaren Zellen die Variablen des Problems enthalten, müssen Sie mindestens eine Gruppe von anpassbaren Zellen definieren, um RISKOptimizer verwenden zu können. Die meisten Probleme werden durch nur eine Gruppe von anpassbaren Zellen beschrieben, aber kompliziertere Probleme erfordern evtl. verschiedene Blöcke von Variablen, um gleichzeitig mit unterschiedlichen Lösungsmethoden beigelegt werden zu können. Diese einzigartige Architektur ermöglicht den mühelosen Aufbau von sehr komplexen Problemen aus vielen Gruppen von anpassbaren Zellen.

Folgende Optionen stehen zur Eingabe von anpassbaren Zellbereichen zur Verfügung:

- **Hinzufügen**. Sie können neue anpassbare Zellen hinzufügen, indem Sie neben dem Listenfeld **Anpassbare Zellen** auf **Hinzufügen** klicken. Wählen Sie die hinzuzufügende Zelle oder den Zellbereich aus. Daraufhin wird in der Tabelle **Anpassbare Zellbereiche** eine neue Zeile angezeigt. Sie können in der Tabelle einen **Minimum**- oder **Maximum**-Wert für die Zellen in dem Bereich angeben, und zwar zusammen mit dem zu prüfenden Wertetyp, nämlich **Ganzzahl**-Werte im ganzen Bereich, **diskontinuierliche** Werte mit definierter Schrittgröße oder **beliebige** Werte.

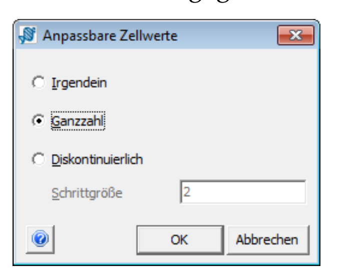
- **Minimum** und **Maximum** Nachdem Sie angegeben haben, wo sich die anpassbaren Zellen befinden, wird durch den Eintrag unter **Minimum** und **Maximum** der Bereich der für die einzelnen Zellen akzeptablen Werte eingestellt. Standardmäßig wird für jede anpassbare Zelle ein Realzahlwert (Doppelstellengleitkommawert) zwischen negativer und positiver Unendlichkeit eingestellt.

  Bereichseinstellungen sind Beschränkungen, die genau eingehalten werden müssen. In RISKOptimizer kann keine Variable einen Wert außerhalb der eingestellten Bereiche annehmen. Es ist zu empfehlen, möglichst genaue Bereiche für die Variablen einzustellen, um die Leistung von RISKOptimizer zu erhöhen. Vielleicht wissen Sie, dass der Wert nicht negative sein darf oder dass RISKOptimizer für eine bestimmte Variable nur Werte zwischen 50 und 70 ausprobieren soll.

- **Bereich** Der Verweis auf die anzupassende Zelle wird in das Feld *Bereich* eingegeben. Dieser Verweis kann durch Auswahl des Bereichs mit der Maus in der Kalkulationstabelle oder durch Eingabe eines Bereichsnamen in einen gültigen Excel-Verweis (z. B. Sheet!A1:BS) vorgenommen werden. Das Feld **Bereich** ist für alle Lösungsmethoden verfügbar. Bei der Methode „Formulierung" oder „Budget" können jedoch die Optionen *Minimum*, *Maximum* und *Werte* hinzugefügt werden, um die Eingabe eines Bereichs für die anpassbaren Zellen zu ermöglichen.

HINWEIS: Wenn den Variablen enge Bereiche zugewiesen werden, können Sie dadurch den Umfang der Suche begrenzen und somit dafür sorgen, dass* RISKOptimizer *schneller eine Lösung findet. Die Bereiche für die Variablen dürfen jedoch nicht zu eng eingestellt werden, da* RISKOptimizer *sonst keine optimalen Lösungen finden kann.

- **Werte.** Die Eingabe unter „Werte" ermöglicht Ihnen, RISKOptimizer anzuweisen, alle in dem angegebenen Bereich befindlichen Variablen als Ganzzahlen (z. B. 22; 21; 22), diskontinuierliche Realzahlen mit einer Schrittgröße von 0,5 (z. B. 20; 20,5; 21; 21,5; 22) oder als Realzahlen im angegebenen Bereich zu behandeln. Diese Option ist nur bei den Lösungsmethoden **Formulierung** und **Budget** verfügbar. Standardmäßig werden alle Variablen als Realzahlen im angegebenen Bereich angesehen.



Wenn beispielsweise ein Bereich von 1 bis 4 angegeben ist, bedeutet:

  - „Beliebig", dass alle Realzahlen zwischen 1 und 4 eingeschlossen sind
  - „Ganzzahl", dass die Werte 1, 2, 3 und 4 eingeschlossen sind
  - „Diskontinuierlich mit Schrittgröße 0,5", dass die Werte 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 und 4 eingeschlossen sind

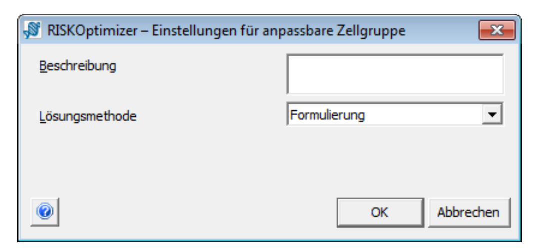
Standardmäßig werden alle Realzahlen im angegebenen Bereich mit einbezogen. Die Option „Werte“ ist nur bei den Lösungsmethoden **Formulierung** und **Budget** verfügbar.

Durch Verwendung von „diskontinuierlichen“, anpassbaren Zellen wird die Anzahl der möglichen Lösungen im Vergleich zu anpassbaren Zellen mit „beliebigen“ Werten dramatisch reduziert. Zellen mit diskontinuierlichen Werten ergeben daher oft schnellere Optimierungen.

Anpassbare Zellgruppen

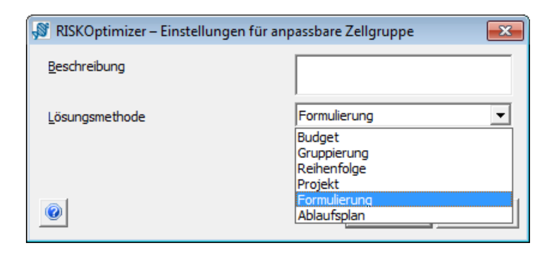
Jede Gruppe von anpassbaren Zellen kann mehrere Zellbereiche enthalten. Dadurch können Sie eine Hierarchie von Zellbereichsgruppen aufbauen, die in Beziehung zueinander stehen. In jeder Gruppe kann jeder Zellbereich seine eigene Min-Max-Bereichsbeschränkung haben.

Alle Zellbereiche in einer anpassbaren Zellgruppe verwenden die gleiche **Lösungsmethode**. Diese ist im Dialogfeld **Anpassbare Zellgruppeneinstellungen** angegeben. Zum Zugriff auf dieses Dialogfeld müssen Sie neben der Tabelle **Anpassbare Zellbereiche** auf die Schaltfläche **Gruppe** klicken. Sie haben die Möglichkeit, eine neue Gruppe zu erstellen, der Sie dann anpassbare Zellbereiche hinzufügen oder in der Sie auch die Einstellungen einer bereits vorhandenen Gruppe bearbeiten können.



Im Dialogfeld **Anpassbare Zellgruppeneinstellungen** sind u. a. folgende Optionen verfügbar:

- **Beschreibung.** Beschreibt die Gruppe der anpassbaren Zellbereiche in Dialogfeldern und Berichten.
- **Lösungsmethode.** Wählt die Lösungmethode aus, die in der Gruppe für die einzelnen anpassbaren Zellbereiche verwendet werden soll.



Wenn Sie in RISKOptimizer einen anzupassenden Zellbereich auswählen, geben Sie gleichzeitig eine Lösungsmethode an, die beim Anpassen dieser Zellen verwendet werden soll. Durch diese Lösungsmethoden werden die Werte Ihrer Variablen auf verschiedene Weise „jongliert".

Die Lösungsmethode „Formulierung" behandelt z. B. jede ausgewählte Variable als den Bestandteil einer Formulierung, d. h. der Wert jeder Variable kann unabhängig von den Werten der anderen Variablen geändert werden. Bei der Lösungmethode „Reihenfolge" werden dagegen die Werte unter den anpassbaren Zellen ausgetauscht, wodurch die Originalwerte neu angeordnet werden.

In RISKOptimizer sind sechs Lösungsmethoden verfügbar. Drei dieser Lösungsmethoden (**Formulierung**, **Reihenfolge** und **Gruppierung**) verwenden vollkommen unterschiedliche Algorithmen. Bei den anderen drei handelt es sich um ***Abkömmlinge*** der ersten drei Methoden, aber mit zusätzlichen Beschränkungen.

Im folgenden Abschnitt wird die Funktion der einzelnen Lösungsmethoden beschrieben. Um einen besseren Einblick in die Verwendungsweise der einzelnen Lösungsmethoden zu erhalten, sollten Sie sich die in der Software anhaltenden Beispieldateien näher ansehen.

Lösungsmethode „Formulierung“



„Formulierung“ ist die einfachste und beliebteste Lösungmethode. Sie können diese Methode überall dort verwenden, wo die anzupassenden Variablen unabhängig voneinander verändert werden können. Sie sollten sich jede Variable wie eine Zutat zu einem Kuchen vorstellen. Bei Verwendung der Lösungsmethode „Formulierung“ wird RISKOptimizer angewiesen, Zahlen für diese Variablen zu generieren, um die beste Mischung zu finden. Die einzige Beschränkung, die Sie Formulierungsvariablen auferlegen, ist ein Bereich (d. h. zwischen höchstem und niedrigstem Wert), in den diese Werte fallen müssen. Diese Werte werden in den Feldern *Min* und *Max* des Dialogfelds „Anpassbare Zellen“ eingestellt (z. B. 1 bis 100). Auch müssen Sie angeben, ob RISKOptimizer mit Ganzzahlen (1, 2, 7) oder Realzahlen (z. B. 1,4230024 oder 63,72442) arbeiten soll.

Es folgen einige Beispiele darüber, wie ein Satz von variablen Werten evtl. vor Aufruf von RISKOptimizer in einem Arbeitsblatt aussehen könnte, und welche beiden neuen Szenarien sich nach Verwendung der Lösungsmethode „Formulierung“ vielleicht daraus ergeben könnten.

Originalsatz von variablen Werten	**Satz 1 von möglichen Formulierungswerten**	**Satz 2 von möglichen Formulierungswerten**
23,472	15,344	37,452
145	101	190
9	32,44	7,073
65.664	14.021	93.572

Lösungmethode „Reihenfolge“



Die Lösungsmethode „Reihenfolge“ ist die zweitbeliebteste Methode nach „Formulierung“. Bei der Methode „Reihenfolge“ handelt es sich um die Umsetzung einer Reihe von Werten, um die beste Anordnung dieser Werte zu finden. Im Gegensatz zu den Lösungsmethoden „Formulierung“ und „Budget“, bei denen RISKOptimizer angewiesen wird, Werte für die gewählten Variablen zu generieren, wird bei der Methode „Reihenfolge“ mit den in Ihrem Modell bereits vorhandenen Werten gearbeitet.

Die Reihenfolge könnte z. B. die Folge darstellen, in der verschiedene Aufgaben auszuführen sind. Angenommen, Sie möchten die richtige Reihenfolge finden, in der fünf Aufgaben, die mit 1,2,3,4 und 5 nummeriert sind, am besten auszuführen sind. Durch die Lösungsmethode „Reihenfolge“ würden in diesem Fall die 5 Werte durcheinander gemischt werden, sodass ein mögliches Szenario vielleicht 3,5,2,4,1 sein könnte. Da RISKOptimizer hier lediglich die in Ihrem ursprünglichen Arbeitsblatt gegebenen variablen Werte auswertet, wird bei der Lösungsmethode „Reihenfolge“ kein Min-Max-Bereich für anpassbare Zellen eingegeben.

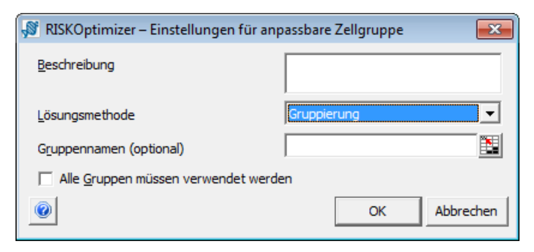
Es folgen einige Beispiele darüber, wie ein Satz von variablen Werten evtl. vor Aufruf von RISKOptimizer in einem Arbeitsblatt aussehen würde, und welche beiden neuen Szenarien sich nach Verwendung der Lösungsmethode „Reihenfolge“ vielleicht daraus ergeben könnten.

Originalsatz von variablen Werten	Satz 1 von möglichen Reihenfolgewerten	Satz 2 von möglichen Reihenfolgewerten
23,472	145	65.664
145	23,472	9
9	65.664	145
65.664	9	23,472

Lösungsmethode „Gruppierung“



Die Lösungsmethode **Gruppierung** sollte immer dann verwendet werden, wenn es sich bei dem Problem um mehrere Elemente handelt, die in Sätzen gruppiert werden sollen. Standardmäßig entsprechen dann die durch RISKOptimizer erstellten verschiedenen Gruppen der Anzahl der eindeutigen Werte, die bei Start einer Optimierung in den anpassbaren Zellen vorhanden sind. Wenn einige der Gruppen zu Anfang der Optimierung nicht in der Arbeitsmappe vorhanden sind, sollten Sie sicherstellen, dass die Liste der Gruppen-IDs angegeben wird, und zwar im Feld **Gruppen-IDs** des Dialogfelds **Anpassbare Zellgruppeneinstellungen**.



Im Feld **Gruppen-IDs** können Sie einen Zellbereich angeben, der alle Gruppen-IDs mit einbezieht.

Falls die Option **Alle Gruppen müssen verwendet werden** gewählt wird, wird RISKOptimizer keine Lösungen anstreben, in der sich eine leere Gruppe befindet.

Angenommen, ein Bereich von 50 Zellen enthält nur die Werte 2, 3,5 und 17. Wenn Sie dann die 50 Zellen auswählen und die Werte mithilfe der Lösungsmethode „Gruppierung“ anpassen, wird jede der 50 Zellen durch RISKOptimizer einer der drei Gruppen (2, 3,5 oder 17) zugewiesen. Alle Gruppen werden durch mindestens eine der anpassbaren Zellen dargestellt. Das ist ungefähr so, als ob jede der 50 Variablen in einen von mehreren Behältern geworfen und dabei darauf geachtet wird, dass sich in jedem Behälter mindestens eine Variable befindet. Ein anderes Beispiel wäre das Zuweisen von einer Reihe von Positionswerten (bei denen es sich z. B. um 1, 0 oder -1 handeln kann) zu einem Handelssystem, um Kauf-, Verkauf- oder Haltepositionen anzuzeigen. Genau wie bei der Lösungsmethode „Reihenfolge“ werden auch hier durch RISKOptimizer bereits vorhandene Werte angeordnet, sodass kein Min-Max-Bereich und auch keine Ganzzahloption zu definieren ist.

HINWEIS: Bei Verwendung der Lösungsmethode „Gruppierung“ dürfen keine Zellen leer gelassen werden, es sei denn, dass 0,0 eine der Gruppen sein soll.

Sie werden vielleicht erkennen, dass anstelle der Lösungsmethode „Gruppierung“ evtl. auch die Lösungsmethode „Formulierung“ verwendet werden kann, sofern bei dieser die Option „Ganzzahlen“ aktiviert wird und die Bereiche von 1 bis 3 (oder entsprechend der vorhandenen Gruppenanzahl) eingestellt werden. Der Unterschied liegt darin, wie die Suche durch „Formulierung“ und durch „Gruppierung“ ausgeführt wird. Bei „Gruppierung“ wird viel mehr auf die Werte aller Variablen geachtet, weil bei dieser Lösungsmethode ein Satz von Variablen aus einer Gruppe durch einen Satz von Variablen aus einer anderen Gruppe ausgetauscht werden kann.

Es folgen einige Beispiele darüber, wie ein Satz von variablen Werten evtl. vor Aufruf von RISKOptimizer in einem Arbeitsblatt aussehen könnte, und welche beiden neuen Szenarien sich nach Verwendung der Lösungsmethode „Gruppierung“ vielleicht daraus ergeben würden.

Originalsatz von variablen Werten	**Satz 1 von möglichen Gruppierungswerten**	**Satz 2 von möglichen Gruppierungswerten**
6	6	8
7	6	7
8	8	6
8	7	7

Lösungsmethode „Budget“

Die Lösungsmethode „Budget“ ist ähnlich der Methode „Formulierung“, aber alle Werte der Variablen müssen eine bestimmte Zahl ergeben. Diese Zahl ist die Gesamtsumme der variablen Werte zur Zeit der Optimierung.

Angenommen, Sie möchten die beste Methode zur Verteilung des jährlichen Budgets unter mehreren Abteilungen herausfinden. Durch die Lösungsmethode „Budget“ würde in diesem Fall die Gesamtsumme der aktuellen Werte für diese Abteilungen als das optimal zu verteilende Gesamtbudget verwendet. Nachstehend sind einige Beispiele darüber, wie zwei neue Szenarien evtl. nach Verwendung der Lösungsmethode „Budget“ aussehen würden.

Originalsatz von Budgetwerten	Satz 1 von möglichen Budgetwerten	Satz 2 von möglichen Budgetwerten
200	93.1	223,5
3,5	30	0
10	100	-67
10	0,4	67

Es werden viele Werte ausprobiert, aber die Gesamtsumme bleibt 223,5.

Anstelle der Lösungsmethode „Budget“ könnte z. B. die Lösungsmethode „Formulierung“ verwendet und dann eine Beschränkung hinzugefügt werden, durch die ein fester Gesamtwert für die anpassbare Zelle angegeben wird. Diese Methode ist bei Verwendung des OptQuest-Systems zu empfehlen. Bei Verwendung des gentechnischen Algorithmus ist jedoch die Budget-Methode effizienter.

Lösungsmethode „Projekt“

Die Lösungsmethode „Projekt“ ist ähnlich der Lösungsmethode „Reihenfolge“, aber gewisse Aufgaben müssen vor anderen ausgeführt werden. Die Lösungsmethode „Projekt“ kann beim Projektmanagement dazu verwendet werden, die Reihenfolge neu anzuordnen, in der die Aufgaben ausgeführt werden sollen. Aber die Reihenfolge wird immer den Vorrangsbeschränkungen entsprechen.

Ein mithilfe der Lösungsmethode „Projekt“ modelliertes Problem wird erheblich einfacher zu handhaben und zu verstehen sein, wenn die anpassbaren Zellen, die die Reihenfolge der Aufgaben enthalten, sich in einer Spalte und nicht in einer Zeile befinden. Bei dieser Lösungsmethode wird nämlich davon ausgegangen, dass die vorhergehenden Aufgabezellen vertikal und nicht horizontal angeordnet sind. Es ist daher einfacher, Ihr Arbeitsblatt zu untersuchen, wenn die anpassbaren Zellen ebenfalls vertikal angeordnet sind.

Nachdem Sie angegeben haben, wo sich die anpassbaren Zellen befinden, sollten Sie im Dialogfeld unter *Vorhergehende Aufgaben* angeben, wo die Zellen der vorhergehenden Aufgaben zu finden sind. Es handelt sich hier um eine Zellentabelle, aus der hervorgeht, welche Aufgaben vor welchen anderen Aufgaben ausgeführt werden müssen. Die Lösungsmethode verwendet diese Tabelle, um in einem Szenario die Reihenfolge der Variablen neu anzuordnen, bis den Vorrangsbeschränkungen voll entsprochen wird. Im Bereich der vorhergehenden Aufgaben sollte eine Zeile für jede in den anpassbaren Zellen befindliche Aufgabe vorhanden sein. Abgefangen mit der ersten Spalte des Bereichs der vorhergehenden Aufgaben, sollte die ID-Nummer jeder Aufgabe, von der die Aufgabe dieser Zeile abhängt, in einer separaten Spalte aufgelistet werden.

This Item	Must Comes After These...		
1	6	9	
2	1	6	3
3	1		
4	9	12	
5			
6	9	1	2
7	3	4	
8			
9	12	3	1

Beispiel für das Einrichten von Präzedenzfällen für die Lösungsmethode „Projekt"

Der Bereich der Vorrangsaufgaben sollte mit ***n*** Zeilen mal ***m*** Spalten angegeben werden, wobei ***n*** die Anzahl der im Projekt (d. h. in den anpassbaren Zellen) enthaltenden Aufgaben und ***m*** die Höchstanzahl an vorhergehenden Aufgaben, die eine Aufgabe hat, darstellt.

Es folgen einige Beispiele darüber, wie ein Satz von variablen Werten evtl. vor Aufruf von RISKOptimizer in einem Arbeitsblatt aussehen könnte, und welche beiden neuen Szenarien sich nach Verwendung der Lösungsmethode „Projekt" vielleicht ergeben würden, und zwar mit der Beschränkung, dass 2 immer nach 1 und 4 immer nach 2 kommen muss.

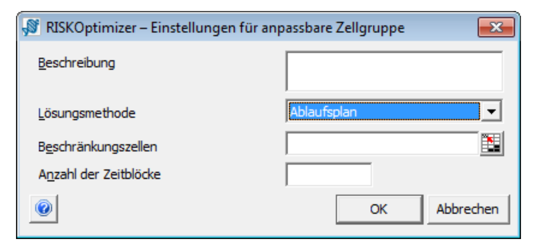
Originalsatz von variablen Werten	Satz 1 von möglichen Projektwerten	Satz 2 von möglichen Projektwerten
1	1	1
2	3	2
3	2	4
4	4	3

Lösungsmethode „Ablaufsplan“

Ein Ablaufsplan ist ähnlich einer Gruppierung; es ist eine Zuweisung von Aufgaben zu bestimmten Zeitperioden. Es wird davon ausgegangen, dass jede Aufgabe gleichviel Zeit in Anspruch nimmt, genau wie Klassenstunden in einer Schule alle gleich lang sind.

Hinweis: Die Lösungsmethode Ablaufsplan ist nur verfügbar, wenn das Optimierungssystem Gentechnischer Algorithmus verwendet wird.

Anders als bei einer Gruppierung können Sie im Dialogfeld „Einstellungen für anpassbare Zellgruppe“ bei der Lösungsmethode „Ablaufsplan“ aber direkt die zu verwendende Anzahl an Zeitblöcken (oder Gruppen) angeben. Sie werden feststellen, dass bei Auswahl der Methode „Ablaufsplan“ im unteren Teil des Dialogfelds mehrere in Beziehung stehende Optionen angezeigt werden.



Unter *Optimierungsparameter* können Sie auch einen Beschränkungszellenbereich anhängen. Dieser Bereich kann eine beliebige Länge haben, muss aber genau drei Spalten breit sein. Acht Beschränkungsarten sind möglich:

1) *(with) Die Aufgaben in der 1. und 3. Spalte müssen im gleichen Zeitblock ausgeführt werden.*
2) *(not with) Die Aufgaben in der 1. und 3. Spalte dürfen nicht im gleichen Zeitblock ausgeführt werden.*
3) *(before) Die Aufgabe in der 1. Spalte muss vor der Aufgabe in der 3. Spalte ausgeführt werden.*
4) *(at) Die Aufgabe in der 1. Spalte muss im Zeitblock der 3. Spalte ausgeführt werden.*
5) *(not after) Die Aufgabe in der 1. Spalte muss zur selben Zeit oder vor der Aufgabe in der 3. Spalte ausgeführt werden.*
6) *(not before) Die Aufgabe in der 1. Spalte muss zur selben Zeit oder nach der Aufgabe in der 3. Spalte ausgeführt werden.*
7) *(not at) Die Aufgabe in der 1. Spalte darf nicht im Zeitblock der 3. Spalte ausgeführt werden.*
8) *(after) Die Aufgabe in der 1. Spalte muss nach der Aufgabe in der 3. Spalte ausgeführt werden.*

Als Beschränkung kann entweder ein numerischer Code (1 bis 8) oder die Beschreibung (after, not at usw.) eingegeben werden. (Hinweis: In allen Sprachversionen von RISKOptimizer kann mit den englischen Beschreibungen für Beschränkungen (z. B. after, not at usw.) gearbeitet werden. Das jeweilige Programm kann aber auch die entsprechend übersetze Beschreibung verstehen.) Alle für das Problem angegebenen Beschränkungen werden eingehalten. Sie können Beschränkungen erstellen, indem Sie auf Ihrem Arbeitsblatt eine Tabelle einrichten, in der die linke und die rechte Spalte Aufgaben darstellen und die mittlere Spalte die Art der Beschränkungen angibt. Eine Nummer von 1 bis 8 stellt die Art der vorstehend genannten Beschränkung dar. Die im Beschränkungsbereich befindlichen Zellen müssen die Beschränkungsdaten enthalten, bevor Sie mit dem Optimieren beginnen können.

Diese Aufgabe	**Beschränkung**	**Diese Aufgabe**
5	4	2
12	2	8
2	3	1
7	1	5
6	2	4
9	3	1

Es folgen einige Beispiele darüber, wie ein Satz von variablen Werten evtl. vor Aufruf von RISKOptimizer in einem Arbeitsblatt aussehen könnte, und welche beiden neuen Szenarien sich nach Verwendung der Lösungsmethode „Ablaufsplan" vielleicht daraus ergeben würden.

Originalsatz von variablen Werten	Satz 1 der möglichen Ablaufsplanwerte	Satz 2 der möglichen Ablaufsplanwerte
1	1	1
2	1	3
3	3	1
1	1	2
2	2	2
3	3	2

HINWEIS: Wenn Sie die Lösungsmethode „Ablaufsplan" wählen, werden immer Ganzzahlen (1,2,3 usw.) verwendet, ganz gleich, ob in den anpassbaren Zellen Zahlen mit oder ohne Dezimalstellen vorhanden sind.

Anzahl der Zeitblöcke und Beschränkungs-zellen

Weitere Informationen zu diesen Optionen sind in diesem Kapitel im Abschnitt *Lösungsmethoden* unter ***Ablaufsplan*** zu finden.

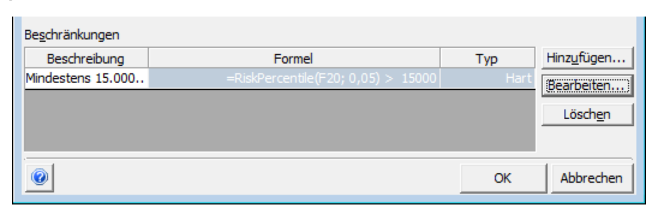
Vorhergehende Aufgaben

Weitere Informationen zu diesen Optionen sind in diesem Kapitel im Abschnitt Lösungsmethoden unter ***Projekt*** zu finden.

HINWEIS: Beim Erstellen mehrerer Gruppen von anpassbaren Zellen bitte sicherstellen, dass sich keine Kalkulationstabellenzelle in mehreren unterschiedlichen Gruppen befindet. Jede Gruppe anpassbarer Zellen sollte nur eindeutige anpassbare Zellen enthalten, so sonst die Werte der ersten Gruppe ignoriert und durch die Werte der zweiten Gruppe überschrieben werden. Wenn Sie meinen, dass ein Problem am besten durch mehrere Lösungsmethoden darzustellen ist, sollten Sie die Variablen möglichst in mehrere Gruppen aufteilen.

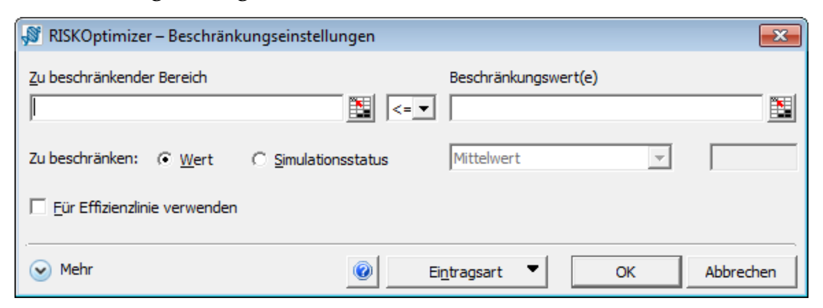
Beschränkungen

RISKOptimizer ermöglicht Ihnen, Beschränkungen oder Bedingungen einzugeben, die eingehalten werden müssen, um eine gültige Lösung zu generieren. Im Dialogfeld **Modelldefinition** werden die eingegebenen Beschränkungen in der **Beschränkungstabelle** angezeigt.



Hinzufügen von Beschränkungen

Klicken Sie auf die Schaltfläche Hinzufügen, um eine neue Beschränkung hinzuzufügen. Dadurch wird das Dialogfeld **Beschränkungseinstellungen** angezeigt, in das Sie die Beschränkungen eingeben.



Die Haupteinträge in diesem Dialogfeld sind:

- **Zu beschränkender Bereich** – Das sind die Zellen in Excel, für die Werte bei der Optimierung beschränkt werden.
- **Beschränkungswerte** – Das sind die Werte, auf die die Zelle beschränkt werden soll.

Das **Operatorelement** in der Mitte legt fest, ob der zu beschränkende Bereich >, >=, <, <= oder = der Beschränkungswerte ist.

Es kann entweder der **Wert** oder eine **Simulationsstatistik**, die für den Bereich der Beschränkung berechnet wurde, beschränkt werden.

Beschränken von Werten für einen Bereich

Wenn Sie den **Wert** von **Zu beschränkender Bereich** beschränken, prüft RISKOptimizer, ob der Wert bei einer Optimierung innerhalb des Bereichs liegt, um zu erkennen, ob die Beschränkung erfüllt wurde. In diesem Fall enthält der zu beschränkende Bereich gewöhnlich eine Formel, mit der ein Wert berechnet wird, der beschränkt werden soll. Die Formel referenziert gewöhnlich anpassbare Zellwerte in Ihrem Modell und/oder @RISK-Statistikfunktionen, die während des Optimierungsvorgangs aktualisiert werden. Beispielsweise könnte der zu beschränkende Bereich eine Formel enthalten, die einen Satz anpassbarer Zellwerte summiert. Dann könnte die Beschränkung so lauten, dass die Summe einen bestimmten Wert nicht übersteigen darf.

Beschränken von Simulations-statistiken für einen Bereich

Wenn Sie eine **Simulationsstatistik** von **Zu beschränkender Bereich** beschränken, prüft RISKOptimizer die für den Bereich bei jeder Simulation einer Optimierung berechnete Simulationsstatistik und vergleicht sie mit dem eingegebenen **Beschränkungswert**.

Bei diesem Vorgang wird während der Simulation der einzelnen Probelösungen eine Verteilung von möglichen Werten für die Zelle (oder Zellen) als **Zu beschränkender Bereich** erstellt. Am Ende jeder Simulation wird überprüft, ob die Beschränkung auch eingehalten wurde. Sollte eine harte Simulationsbeschränkung nicht eingehalten werden, wird die Probelösung einfach verworfen. Wenn dagegen eine weiche Beschränkung nicht eingehalten wird, bedeutet das, dass die zu minimierende oder maximierende Zielzellenstatistik mit einem entsprechenden Strafwert belastet wird, und zwar auf Basis der eingegebenen Strafklausel. (Siehe Abschnitt **Weiche Beschränkungen**).

Wenn die Statistik, die beschränkt werden soll, nicht in der Liste **Simulationsstatistik** enthalten ist, kann die Beschränkung in RISKOptimizer trotzdem definiert werden. Sie können beispielsweise das Sharpe-Verhältnis eines Wertpapier-Portfolios beschränken, das über den Mittelwert und die Standardabweichung der Portfolio-Rendite definiert ist. Um dies in RISKOptimizer zu verwirklichen, können Sie mit den Funktionen RiskMean und RiskStdDev eine geeignete Formel für das Sharpe-Verhältnis in eine Zelle einfügen. Danach können Sie diese Zelle in **Zu beschränkender Bereich** angeben und die Option **Wert** für **Beschränken** aktivieren.

Eintragsart Beschränkung

Drei Eintragsarten – **Einseitig, Zweiseitig** und **Formel** – können zur Eingabe von Beschränkungen verwendet werden. Mit der Schaltfläche **Eintragsart** im Dialogfeld Beschränkungen können Sie die gewünschte Art auswählen.

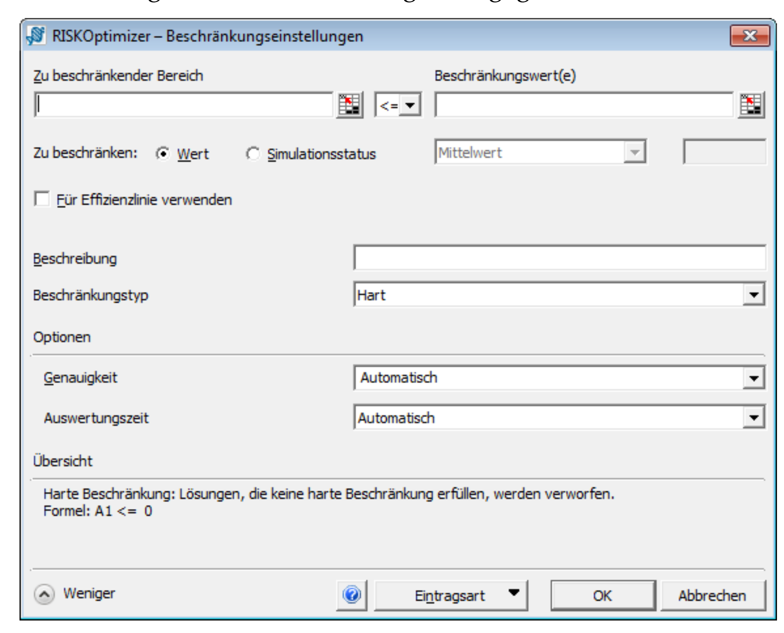
Die Arten **Einseitig** und **Zweiseitig** ermöglichen die Eingabe von Beschränkungen unter Verwendung von Beziehungen wie <, <=, >, >= oder =. Eine typische **Zweiseitige** Beschränkung wäre z. B. **0<Wert von A1<10**, wobei A1 in Zu beschränkender Bereich, 0 als ein Beschränkungswert und 10 als zweiter Beschränkungswert eingegeben wird.

Eine Formelbeschränkung macht es dagegen möglich, irgendeine gültige Excel-Formel als Beschränkung einzugeben. Es kann z. B. die Formel **=WENN(A1>100; B1>0; B1<0)** eingegeben werden. Ob der Wert in Zelle B1 bei dieser Beschränkung positiv oder negativ sein muss, hängt ganz vom Wert in Zelle A1 ab. Alternativ kann die Formel auch in eine Zelle eingegeben werden. Wenn es sich bei dieser Zelle um C1 handelt, kann im Dialogfeld Beschränkungseinstellungen in das Feld Formel der Wert **=C1** eingegeben werden.

In der Regel wird Evolver durch Eingabe der einseitigen oder zweiseitigen Beschränkung dabei geholfen, die optimale Lösung schneller zu finden. Die vorstehend erwähnte Formel könnte beispielsweise als **=WENN(A1>100;B1; -B1)** in Zelle D1 eingegeben werden. Anschließend kann eine einseitige Beschränkung hinzugefügt werden, wodurch dann D1>0 sein muss.

Weitere Optionen zum Eingeben von Beschränkungen

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Weiter**, um das Dialogfeld Beschränkungseinstellungen anzuzeigen, in das weitere Optionen zum Festlegen von Beschränkungen eingegeben werden können.



Weitere Beschränkungsoptionen:

Beschränkungs-typ

In RISKOptimizer können zwei Arten von Beschränkungen angegeben werden:

- **Hart** oder Bedingungen, die erfüllt werden müssen, damit eine Lösung gültig ist. Probelösungen, die keine harten Beschränkungen erfüllen, werden verworfen.
- **Weich** oder Bedingungen, die erfüllt werden sollten, aber unter Eingehen bestimmter „Strafkosten" verletzt werden können. Die Strafkosten werden vom Zielwert subtrahiert bzw. diesem hinzugefügt, um ungültige Lösungen zu vermeiden.

Genauigkeit

Genauigkeit – Dies bezieht sich auf Übertretungen der Beschränkung, die so gering sind, dass sie von RISKOptimizer nicht beachtet werden, d. h. die Lösung wird trotz dieser geringfügigen Übertretung als gültig anerkannt. Diese geringe Ungenauigkeit in der Handhabung von Beschränkungen hat damit zu tun, dass Computer mathematische Vorgänge nur mit begrenzter Genauigkeit ausführen können.

Es ist empfehlenswert Genauigkeit auf **Automatisch** eingestellt zu lassen. Durch die Optimierungsübersicht werden in diesem Fall die effektiven Genauigkeitszahlen berichtet. Hierbei handelt es sich um die maximale Beschränkungsübertretung, die unbeachtet bleiben kann. Alternativ kann aber auch eine bestimmte Zahl in das Feld Genauigkeit eingegeben werden.

Auswertungszeit

Wenn Sie den **Wert** eines Bereichs beschränken möchten (keine **Simulationsstatistik**), können Sie steuern, wann die Beschränkung bewertet wird. Folgende Variationstypen sind möglich:

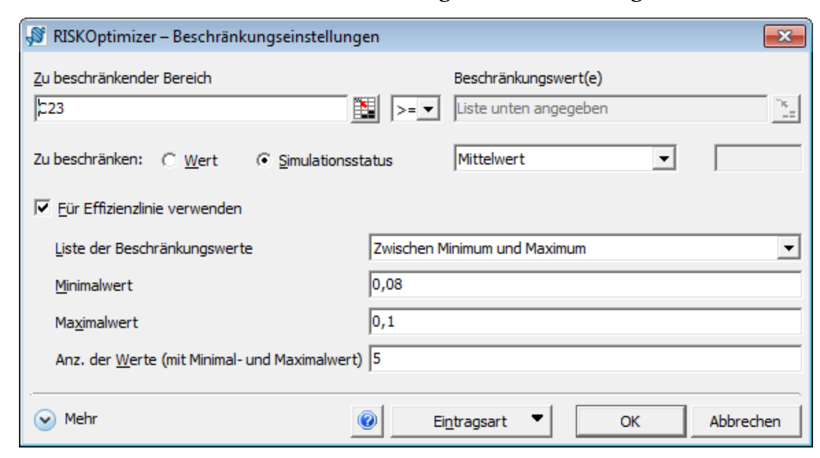
- Automatisch – RISKOptimizer entscheidet, wann die Beschränkung bewertet wird.
- **Jede Iteration der einzelnen Simulationen (Iterationsbeschränkung) –** RISKOptimizer bewertet die Beschränkung bei jeder Iteration einer Simulation.
- **Nur am Ende jeder Simulation (Simulationsbeschränkung) –** RISKOptimizer bewertet die Beschränkung am Ende einer jeden Simulation.

Wenn die Simulation durchgeführt wird, wird eine Beschränkung überprüft, ob sie auch eingehalten wurde. Wenn die Beschränkung eine harte Beschränkung ist und nicht eingehalten wurde, wird die Probelösung entsorgt. Wenn dagegen eine weiche Beschränkung nicht eingehalten wird, bedeutet das, dass die zu minimierende oder maximierende Zielzellenstatistik mit einem entsprechenden Strafwert belastet wird, und zwar auf Basis der eingegebenen Strafklausel.

Hinzufügen einer Beschränkung für die Effizienzlinien-Analyse

Um eine Effizienzlinien-Analyse durchzuführen, müssen Sie eine besondere Art von Beschränkung mit mehreren alternativen „Beschränkungswerten“ angeben. Wählen Sie dazu erst **Effizienzlinie** als **Analysetyp** im Dialogfeld **Modell** aus.

Aktivieren Sie dann im Dialogfeld Beschränkungseinstellungen das Optionsfeld **Für Effizienzlinie verwenden**, um die Optionen zum definieren der Liste der Beschränkungswerte anzuzeigen.

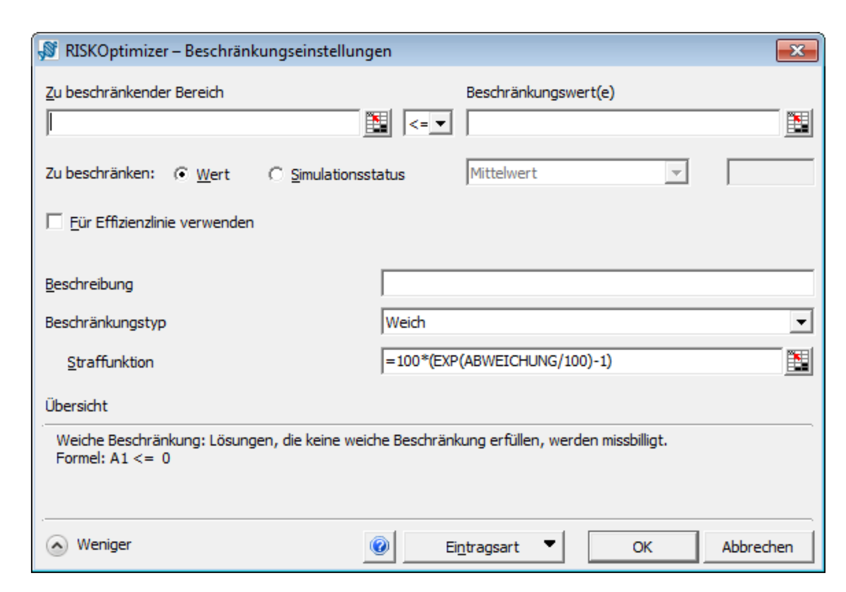


Die Option **Liste der Beschränkungswerte** legt fest, wie die Listenwerte eingegeben werden. Wenn Sie beispielsweise die folgende Liste alternativer Beschränkungswerte – 0,08, 0,085, 0,09, 0,095, 0,10. angeben möchten, definieren Sie diese Liste durch die Angabe, dass sie 5 Werte zwischen 0,08 und 0,10 enthält (die Option **Zwischen Minimum und Maximum**). Als Alternative können Sie auch die 5 Werte in das Dialogfeld (Option **Tabelle**) eingeben oder diese in einen Excel-Bereich eingeben (Option **In Excel-Bereich**).

Um die Effizienzlinie zu identifizieren, führt RISKOptimizer mehrere Optimierungen durch, um den optimalen Wert für jeden möglichen Wert der Beschränkung zu ermitteln. In diesem Beispiel würde RISKOptimizer bei jedem der Beschränkungswerte eine Optimierung durchführen und danach die optimale Lösung für die möglichen Beschränkungswerte grafisch darstellen.

Mehr zu weichen Beschränkungen

Weiche Beschränkungen sind Bedingungen, die so gut wie möglich eingehalten werden sollten, die aber kompromittiert werden können, um einen besseren Zielwert zu erhalten. Wenn eine weiche Beschränkung nicht eingehalten wird, wird das Ziel mit einem Strafwert versehen. Der Betrag dieses Strafwerts wird von einer Strafklausel bestimmt, die Sie beim Festlegen der weichen Beschränkung angegeben haben.

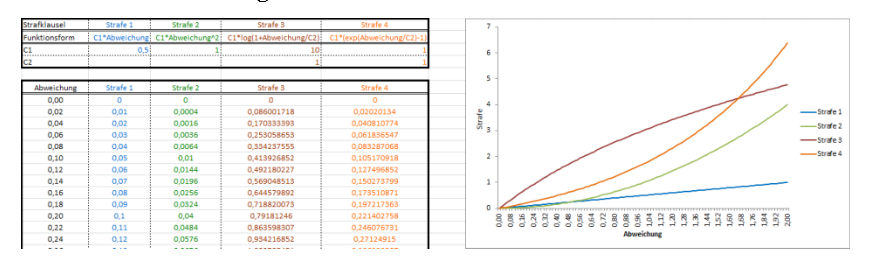


Hier sind weitere Informationen zu den Strafklauseln:

- **Eingabe einer Strafklausel –** RISKOptimizer arbeitet mit einer Standardstrafklausel, die beim ersten Eingeben einer weichen Beschränkung angezeigt wird. Diese kann jedoch durch eine beliebige gültige Excel-Formel ersetzt werden. Jede eingegebene Strafklausel sollte das Schlüsselwort **Abweichung** enthalten. Dieser „Platzhalter" ist der absolute Betrag, um den der Beschränkungswert über die Grenze hinausreicht. Für jede Probelösung wird durch RISKOptimizer geprüft, ob die weiche Beschränkung eingehalten wurde. Ist das nicht der Fall, wird die Höhe der Abweichung in die Strafformel eingegeben und dann berechnet, wie viele Strafpunkte auf den Zielzellenwert anzuwenden sind.

  Diese Strafpunkte werden anschließend dem Zielzellenwert entweder hinzugefügt (Minimierung) oder davon abgezogen (Maximierung).

- **Anzeige der Auswirkungen einer eingegebenen Strafklausel –** RISKOptimizer enthält das Excel-Arbeitsblatt **Strafklauseln und weiche Beschränkungen**, das dazu verwendet werden kann, die Auswirkungen verschiedener Strafklauseln auf bestimmte weiche Beschränkungen und Zielzellenergebnisse auszuwerten.



Strafklausel	Strafe 1	Strafe 2	Strafe 3	Strafe 4
Funktionsform	C1*Abweichung	C1*Abweichung^2	C1*log(1+Abweichung/C2)	C1*(exp(Abweichung/C2)-1)
C1	0,5	1	10	1
C2			1	1

Abweichung	Strafe 1	Strafe 2	Strafe 3	Strafe 4
0,00	0	0	0	0
0,02	0,01	0,0004	0,086001718	0,02020134
0,04	0,02	0,0016	0,170333393	0,040810774
0,06	0,03	0,0036	0,253058653	0,061836547
0,08	0,04	0,0064	0,334237555	0,083287068
0,10	0,05	0,01	0,413926852	0,105170918
0,12	0,06	0,0144	0,492180227	0,127496852
0,14	0,07	0,0196	0,569048513	0,150273799
0,16	0,08	0,0256	0,644579892	0,173510871
0,18	0,09	0,0324	0,718820073	0,197217363
0,20	0,1	0,04	0,79181246	0,221402758
0,22	0,11	0,0484	0,863598307	0,246076731
0,24	0,12	0,0576	0,934216852	0,27124915

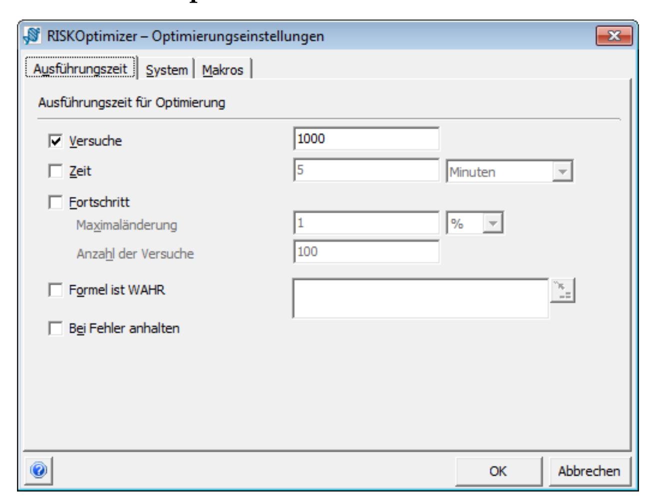
- **Anzeige der angewendeten Strafpunktwerte –** Wenn die Strafpunkte wegen einer nicht eingehaltenen weichen Beschränkung auf die Zielzelle angewandt werden, sind diese Strafpunkte im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm zu sehen. Auch werden die Strafpunktwerte in den Arbeitsblättern des Optimierungsprotokolls angezeigt, die nach der Optimierung erstellt werden können.

HINWEIS: Wenn Sie am Ende einer Optimierung eine Lösung in Ihrem Arbeitsblatt platzieren, enthält das in der Kalkulationstabelle gezeigte berechnete Zielzellenergebnis keine Strafpunktwerte, die wegen nicht eingehaltener weicher Beschränkungen auferlegt wurden. Das die Strafpunktwerte enthaltende Zielzellenergebnis und die Anzahl der Strafpunkte, die wegen der einzelnen nicht eingehaltenen weichen Beschränkungen auferlegt wurden, sind im Arbeitsblatt Optimierungsprotokoll zu sehen.

Befehl „Einstellungen“ – Registerkarte „Ausführungszeit“

Definiert die Ausführungszeiteinstellungen für eine Optimierung

Auf der Registerkarte **Ausführungszeit** des Dialogfelds **Optimierungseinstellungen** werden die RISKOptimizer-Einstellungen angezeigt, durch die Ausführungszeit für die Optimierung festgelegt wird. Durch diese Anhaltebedingungen wird angegeben, wie und wann RISKOptimizer während einer Optimierung angehalten wird. Sobald Sie den Befehl **Optimierung starten** wählen, wird RISKOptimizer fortlaufend ausgeführt, um durch die fortgesetzten Simulationen bessere Lösungen zu finden, bis den ausgewählten Anhaltekriterien entsprochen wird. Sie können jede beliebige Anzahl von diesen Bedingungen aktivieren oder auch überhaupt keine. Falls Sie keine Haltebedingung auswählen, wird RISKOptimizer so lange ausgeführt, bis alle möglichen Lösungen ausprobiert worden sind oder Sie auf die Schaltfläche **Stop** drücken. Sofern mehrere Bedingungen aktiviert sind, wird RISKOptimizer angehalten, sobald einer dieser ausgewählten Bedingungen entsprochen wird. Sie können diese Auswahlen auch außer Kraft setzen und RISKOptimizer jederzeit manuell anhalten, indem Sie im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm oder im Fenster **Fortschritt** auf die Schaltfläche **Stop** klicken.



Optionen für Optimierungs-ausführungszeit

Optionen für **Optimierungsausführungszeit** auf der Registerkarte **Ausführungszeit**:

- **Versuche** – Über diese Option kann RISKOptimizer angehalten werden, sobald eine bestimmte Anzahl von Simulationen ausgeführt wurde. Für jede durch RISKOptimizer generierte Probelösung wird eine Simulation ausgeführt.

  Die Einstellung **Versuche** ist besonders nützlich, wenn verglichen werden soll, wie effizient RISKOptimizer bei Verwendung verschiedener Modellierungsmethoden arbeitet. RISKOptimizer kann durch Änderung der Modellierung eines Problems oder durch Auswahl einer anderen Lösungsmethode u. U. effizienter gemacht werden. Wenn über ein Modell eine bestimmte Anzahl von Simulationen ausgeführt wird, ist dadurch zu erkennen, wie effizient RISKOptimizer beim Konvergieren auf eine Lösung arbeitet, und zwar ungeachtet jeglicher Differenzen in der Anzahl der ausgewählten Variablen, in der Geschwindigkeit der verwendeten Hardware oder in der Bildschirmaktualisierungszeit. Ferner ist in RISKOptimizer die Optimierungs-Arbeitsblattübersicht recht praktisch, um zwischen den Ausführungen die Ergebnisse zu vergleichen. Weitere Informationen zur Optimierungs-Arbeitsblattübersicht sind in diesem Kapitel unter „RISKOptimizer-Überwachungsprogramm, Abschnitt „Anhalteoptionen", zu finden.

- **Zeit –** Diese Option ermöglicht Ihnen, RISKOptimizer so einzustellen, dass nach einer bestimmten Anzahl von Stunden, Minuten oder Sekunden keine Szenarien mehr simuliert werden. Für diesen Eintrag kann jede beliebige positive Realzahl (z. B. 600, 5,2 usw.) verwendet werden.

- **Fortschritt** – Über diese Option kann RISKOptimizer so eingestellt werden, dass keine Szenarien mehr simuliert werden, wenn der Fortschritt in der Zielzelle auf weniger als den angegebenen Wert zurückgefallen ist (Änderungskriterium). Als Ganzzahl kann die Anzahl der Simulationen angegeben werden, nach denen der noch verbleibende Fortschritt überprüft werden soll. Im Feld *Maximale Änderung* kann ein Prozentsatz (z. B. 1%) als maximaler Änderungswert eingegeben werden.

  Angenommen, Sie versuchen den Mittelwert der Zielzelle zu maximieren, indem Sie *Maximale Änderung* auf 0,1 einstellen, und nach 500 Simulierungen die bis dahin beste Antwort dann 354,8 ist. Falls die Option *Fortschritt* die einzige ausgewählte Anhaltebedingung ist, wird RISKOptimizer bei Simulation Nr. 600 pausieren und nur dann weiter simulieren, wenn

eine Antwort von 354,9 oder höher während der letzten 100 Simulierungen gefunden werden konnte. Mit anderen Worten, wenn bei den von RISKOptimizer gegebenen Antworten während der letzten 100 Simulationen nicht mindestens ein Fortschritt (d. h. ein Verbesserung) von 0,1 zu verzeichnen ist, wird angenommen, dass kaum noch eine Verbesserung zu erwarten ist, und die Suche daher beendet. Bei komplizierteren Problemen sollten Sie vielleicht die Anzahl der Simulationen höher als 500 einstellen, bevor dann bestimmt wird, ob noch genügend Verbesserungen generiert werden, um fortzufahren.

Dies ist die beliebteste Anhaltebedingung, da sie dem Benutzer auf wirksame Weise ermöglicht, RISKOptimizer anzuhalten, sobald nicht mehr viele weitere Verbesserungen durch RISKOptimizer generiert werden. Falls Sie sich die Diagramme der besten Ergebnisse auf der Registerkarte „Fortschritt" des RISKOptimizer-Überwachungsprogramm ansehen, werden Sie feststellen, dass die Fortschrittskurve in den Diagrammen langsam verflacht, bevor RISKOptimizer dann angehalten wird. *Fortschritt* ermöglicht Ihnen praktisch, automatisch das vorzunehmen, was Sie auch manuell ausführen könnten, nämlich das Programm so lange auszuführen, bis kaum noch Verbesserungen generiert werden.

- **Formel ist WAHR.** Bei dieser Anhaltebedingung wird die Optimierung angehalten, sobald die eingegebene (oder bezogene) Excel-Formel dem Wert WAHR entspricht.
- **Bei Fehler anhalten.** Diese Anhaltebedingung lässt die Optimierung anhalten, sobald ein fehlerhafter Wert für die Zielzelle berechnet wird.

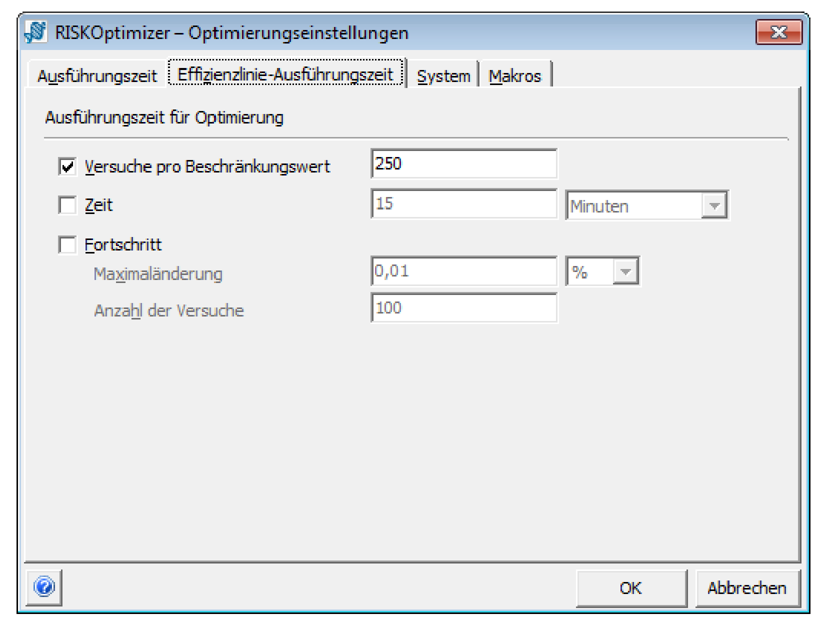
HINWEIS: Wenn Sie dagegen keine Anhaltebedingung auswählen, wird RISKOptimizer so lange ausgeführt, bis alle möglichen Lösungen ausprobiert worden sind oder Sie den Vorgang manuell anhalten, indem Sie auf die Schaltfläche STOP drücken.

Optionen für Simulations-ausführungszeit

Durch RISKOptimizer wird eine volle Simulation Ihres Modells für jede erstellte Probelösung ausgeführt und die Simulation wird ausschließlich gemäß @RISK-Simulationseinstellungen angehalten. Über diese Einstellungen kann eine feste Anzahl von Iterationen angegeben werden oder @RISK auch angewiesen werden, automatisch anzuhalten, und zwar auf Basis der Konvergenz von Statistikwerten.

Befehl „Einstellungen“ – Registerkarte „Effizienzlinie-Ausführungszeit“

Auf der Registerkarte Effizienzlinie-Ausführungszeit des Dialogfelds Optimierungseinstellungen werden die RISKOptimizer-Einstellungen angezeigt, durch die die Ausführungszeit der Effizienzlinien-Analyse festgelegt wird. Wenn Sie dagegen überhaupt keine Anhaltebedingung auswählen, wird RISKOptimizer so lange ausgeführt, bis alle möglichen Lösungen ausprobiert worden sind oder Sie den Vorgang manuell anhalten, indem Sie auf die Schaltfläche Stopp drücken. Sofern mehrere Bedingungen aktiviert sind, wird RISKOptimizer angehalten, sobald einer dieser ausgewählten Bedingungen entsprochen wird. Sie können diese Auswahlen auch außer Kraft setzen und RISKOptimizer jederzeit manuell anhalten, indem Sie im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm oder im Fenster Fortschritt auf die Schaltfläche Stopp klicken.



Anhaltebedingungen auf der Registerkarte Effizienzlinien-Ausführungszeit umfassen:

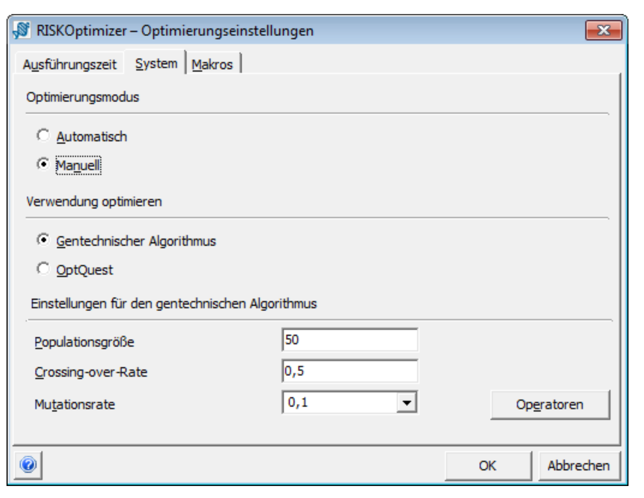
- **Versuche pro Beschränkungswert –** Wenn dieses Feld beispielsweise auf 250 gesetzt ist und die Effizienzlinien-Analyse durch Angabe von 5 alternativen Werten in einer Beschränkung definiert wurde, hält die Effizienzlinien-Analyse nach 1250 Simulationen an (5 x 250 Simulationen).

- **Zeit -** Diese Option ermöglicht Ihnen, RISKOptimizer so einzustellen, dass nach einer bestimmten Anzahl von Stunden, Minuten oder Sekunden keine Szenarien mehr simuliert werden. Für diesen Eintrag kann jede beliebige positive Realzahl (z. B. 600, 5,2 usw.) verwendet werden.
- **Fortschritt -** Über diese Option kann RISKOptimizer so eingestellt werden, dass keine Szenarien mehr simuliert werden, wenn der Fortschritt in der Zielzelle auf weniger als den angegebenen Wert zurückgefallen ist (Änderungskriterium). Als Ganzzahl kann die Anzahl der Simulationen angegeben werden, nach denen der noch verbleibende Fortschritt überprüft werden soll. Im Feld **Maximale Änderung** kann ein Prozentsatz (z. B. 1 %) als maximaler Änderungswert eingegeben werden. Die Verbesserung in der Zielzelle muss im Zusammenhang mit der Tatsache, dass in der Effizienzlinien-Analyse mehrere Optimierungen parallel zueinander ausgeführt werden, verstanden werden. Die Analyse hält an, wenn der Fortschritt in allen der parallelen Optimierungen unzureichend ist.

Befehl „Einstellungen“ – Registerkarte „System“

Wählt das System und die Einstellungen für die Optimierung

Mithilfe der Registerkarte **System** im Dialogfeld **Optimierungseinstellungen** wählen Sie das Optimierungssystem und die entsprechenden Einstellungen, die während der Optimierung verwendet werden sollen. In RISKOptimizer werden zwei Optimierungssysteme (OptQuest und Gentechnischer Algorithmus) verwendet, um nach den optimalen Lösungen für ein Problem zu suchen.



Optimierungsmodus

In den meisten Fällen kann RISKOptimizer automatisch erkennen, welches System die besten und schnellsten Lösungen für Ihr Problem finden kann. Dieser Modus wird über die Schaltfläche **Automatisch** eingestellt. Es kann jedoch mitunter auch vorkommen, dass Sie aus irgendeinem Grund ein bestimmtes System verwenden möchten. Vielleicht haben Sie z. B. ein Modell, für das die nur im System **Gentechnischer Algorithmus** verfügbare Lösungsmethode **Projekt** oder **Ablaufsplan** erforderlich ist.

Verwendung optimieren

Zur Suche nach den optimalen Lösungen für ein Problem sind zwei Optimierungssysteme – **Gentechnischer Algorithmus** und **OptQuest** – verfügbar.

Gentechnischer Algorithmus ist das aus Evolver stammende System, das in RISKOptimizer vor Version 6.0 verwendet wurde. Das System **Gentechnischer Algorithmus** kann man fast mit den Darwin'schen Evolutionsprinzipien vergleichen, indem eine Umgebung geschaffen wird, in der Hunderte von möglichen Lösungen für das Problem miteinander wetteifern und nur die geeignetste überlebt. Genau wie bei der biologischen Evolution, kann jede Lösung ihre guten „Genen" durch Ergebnislösungen weitergeben, sodass die gesamte Lösungspopulation davon profitieren kann.

Im OptQuest-System werden die metaheuristische, mathematische Optimierung und neutrale Netzwerkkomponenten dazu verwendet, die Suche nach den besten Lösungen für Entscheidungs- und Planungsprobleme aller Art vorzunehmen. Durch OptQuest werden hoch entwickelte metaheuristische Verfahren, einschließlich Tabu-Suche, neutrale Netzwerke, Streusuche und lineare Programmierung, in einer einzigen Kombinationsmethode vereint.

Einstellungen für den gentechnischen Algorithmus

Auf der Registerkarte **System** sind unter **Einstellungen für den gentechnischen Algorithmus** folgende Einstellungsmöglichkeiten zu finden:

Populationsgröße – Durch **Populationsgröße** wird in RISKOptimizer angegeben, wie viele Organismen (oder vollständige Variablensätze) jeweils gespeichert werden sollen. Obwohl noch viel debattiert und untersucht wird, um die optimale Populationsgröße zur Verwendung bei verschiedenen Problemen herauszufinden, wird allgemein empfohlen, je nach Ausmaß des Problems 30 bis 100 Organismen in der Population zu verwenden (d. h. größere Populationen für größere Probleme). Bei einer größeren Population wird wahrscheinlich länger für ein Problem gebraucht, aber dafür auch wegen des dann größeren „Genepools" evtl, eher eine Globalantwort auf das Problem gefunden.

Crossing-over und **Mutation** – Eines der schwierigsten Probleme beim Suchen nach optimalen Lösungen ist zu entscheiden, worauf man sich konzentrieren sollte, besonders wenn es für das Problem praktisch endlose Möglichkeiten zu geben scheint. Mit anderen Worten, wie viel Rechenzeit sollte dafür verwendet werden, neue Bereiche im „Lösungsraum" zu erforschen, und wie viel Zeit sollte zum Feineinstellen der Lösungen in der Population benutzt werden, die sich bereits als ziemlich gut erwiesen hat?

Ein Großteil des Erfolges des gentechnischen Algorithmus hat damit zu tun, dass dieser praktisch automatisch das rechte Gleichgewicht beibehält. Die GA-Struktur ermöglicht guten Lösungen, sich „fortzupflanzen", aber hält auch weniger gute Organismen am Leben,

um die Vielfalt und auch die Möglichkeiten zu erhalten, dass evtl. ein verborgenes „Gen“ sich für die endgültige Lösung als wichtig erweist.

Crossing-over und **Mutation** sind zwei Parameter, die sich auf den Umfang der Suche auswirken, und RISKOptimizer ermöglicht den Benutzern, diese Parameter vor und auch noch während des Entwicklungsprozesses zu ändern. Auf diese Weise kann ein fachkundiger Benutzer der GA helfen, indem er entscheidet, worauf sich das Programm konzentrieren soll. Für die meisten Zwecke brauchen die Einstellungen für Crossover und Mutation (0,5 bzw. 0,1) nicht geändert werden. Für den Fall, dass Sie den Algorithmus für das Problem fein abstimmen, vergleichende Studien ausführen oder sonst irgendwie experimentieren möchten, geben wir hier eine kurze Einführung zu diesen beiden Parametern.

- **Crossing-over-Rate –** Die Crossing-over-Rate kann zwischen 0,01 und 1,0 eingestellt werden und zeigt den Grad der Wahrscheinlichkeit, dass zukünftige Szenarien oder „Organismen“ eine Mischung von Informationen aus der vorherigen Generation von übergeordneten oder Vorgängerorganismen enthalten wird. Diese Rate kann durch sachkundige Benutzer geändert werden, um die Performance von RISKOptimizer bei komplexen Problemen fein abzustimmen.

  Mit anderen Worten, eine Rate von 0,5 bedeutet, dass ungefähr 50% der variablen Werte eines untergeordneten oder Nachwuchsorganismus von dem einen und die übrigen Werte von dem anderen Vorgängerorganismus abstammen werden. Eine Rate von 0,9 besagt dagegen, dass ca. 90% der Werte des Nachwuchsorganismus vom ersten Vorgängerorganismus und ca. 10% vom zweiten Vorgängerorganismus abstammen werden. Eine Crossing-over-Rate von 1 zeigt an, dass kein Crossover stattfinden wird und somit nur Klone oder Duplikate der Vorgängerorganismen ausgewertet werden.

  Die durch RISKOptimizer verwendete Standardrate ist 0,5. Sobald RISKOptimizer mit dem Lösen eines Problems begonnen hat, können Sie die Crossing-over-Rate mithilfe des RISKOptimizer-Überwachungsprogramm ändern (weitere Einzelheiten hierüber sind unter „RISKOptimizer-Überwachungsprogramm“ in diesem Kapitel zu finden).

- **Mutationsrate –** Die Mutationsrate kann zwischen 0,0 und 1,0 eingestellt werden und weist auf die Wahrscheinlichkeit hin, dass zukünftige Szenarien einige Zufallswerte enthalten werden. Eine höhere Mutationsrate bedeutet einfach, dass mehr Mutationen oder „Zufallsgenwerte“ in die Population gelangen werden. Da

die Mutation nach dem Crossover stattfindet, bedeutet eine Mutationsrate von 1 (100% Zufallswerte), dass praktisch kein Crossover wirksam werden kann und dass RISKOptimizer ausschließlich Zufallsszenarien erzeugen wird.

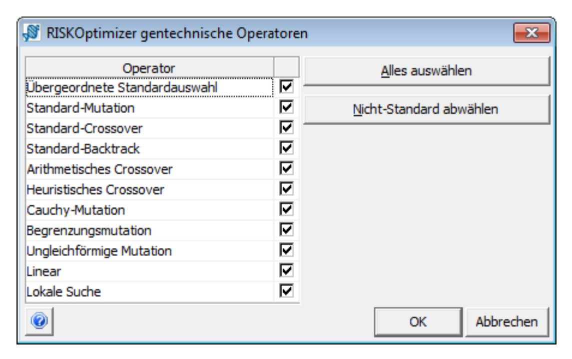
Falls alle Daten der optimalen Lösung bereits irgendwo in der Population vorhanden waren, ist der Crossover-Operator wahrscheinlich ausreichend, um schließlich die Lösung zusammenzustoppeln. Mutation hat sich als wichtiges Element in der biologischen Welt erwiesen, und zwar oft aus denselben Gründen, aus denen die Mutation auch im gentechnischen Algorithmus benötigt wird: Mutation ist wichtig für das Aufrechterhalten einer mannigfaltigen Population von unterschiedlichen Organismen, um zu vermeiden, dass die Population zu unflexibel wird, um sich der dynamischen Umgebung anzupassen. Genau wie in einem gentechnischen Algorithmus sind es oft die genetischen Mutationen in der Tierwelt, die schließlich zur Entwicklung von wichtigen neuen Funktionen führen.

Für die meisten Zwecke reicht die standardmäßige Mutationseinstellung vollkommen aus. Diese Einstellung kann jedoch durch versierte Benutzer auch geändert werden, um die Performance von RISKOptimizer bei komplexen Problemen entsprechend fein abzustimmen. Vielleicht entschließt sich der Benutzer, die Mutationsrate zu erhöhen, falls die Population in RISKOptimizer ziemlich homogen ist und während der letzten 200 oder 300 Versuche keine neuen Lösungen mehr gefunden wurden. Eine typische Änderung der Einstellung ist von 0,06 auf 0,2. Sobald RISKOptimizer mit dem Lösen eines Problems begonnen hat, können Sie die Mutationsrate mithilfe des RISKOptimizer-Überwachungsprogramm dynamisch ändern (weitere Einzelheiten hierzu sind weiter hinten in diesem Kapitel unter „RISKOptimizer-Überwachungsprogramm“ zu finden).

Wenn Sie im Feld **Mutationsrate** in der Dropdown-Liste den Eintrag *Autom*. wählen, wird die Mutationsrate automatisch eingestellt. Das ermöglicht RISKOptimizer, die Mutationsrate automatisch zu erhöhen, wenn ein Organismus sehr alt erscheint, d. h. wenn er über viele Versuche hinweg unverändert geblieben ist. Bei vielen Modellen können durch Auswahl von *Autom.* schneller bessere Ergebnisse erzielt werden, besonders dann, wenn die optimale Mutationsrate nicht bekannt ist.

Operatoren

Wenn in RISKOptimizer die Lösungsmethode „Formulierung" verwendet wird, sind auswählbare gentechnische Operatoren verfügbar. Wenn Sie im Dialogfeld **Optimierungseinstellungen** auf der Registerkarte **System** auf die Schaltfläche **Operatoren** klicken, können Sie einen bestimmten gentechnischen Operator (wie z. B. *Heuristisches Crossover* oder *Begrenzungsmutation*) wählen, um mögliche Werte für einen Satz von anpassbaren Zellen zu erstellen. Auch kann RISKOptimizer automatisch alle verfügbaren Operatoren prüfen, um den Operator zu finden, der für Ihr Problem am besten ist.



Gentechnische Algorithmen verwenden gentechnische Operatoren, um aus den aktuellen Lösungen in der Population neue zu erstellen. Bei zwei der genetischen Operatoren, die in RISKOptimizer verwendet werden, handelt es sich um die Operatoren *Mutation* und *Crossover*. Durch den Operator *Mutation* wird bestimmt, ob Zufallsänderungen in „Genen" (Variablen) vorgenommen sollen und auf welche Weise das passieren soll. Mithilfe des Operators *Crossover* wird dagegen festgelegt, wie Lösungspaare in der Population bestimmte „Genen" austauschen können, um Nachwuchslösungen zu erzeugen, die besser für das Problem geeignet sind als das Vorgängerpaar.

In RISKOptimizer stehen folgende speziellen gentechnischen Operatoren zur Verfügung:

♦ **Lineare Operatoren** – Diese Operatoren sind dazu da, Probleme zu lösen, bei denen die optimale Lösung an der durch die Beschränkungen definierten Grenze liegt. Dieses Mutations- und Crossover-Operatorpaar ist gut für das Lösen von linearen Optimierungsproblemen geeignet.

♦ **Begrenzungsmutation** – Dieser Operator ist dazu geeignet, auf schnelle Weise Variablen zu optimieren, die sich auf monotone Art auf das Ergebnis auswirken und auf die Bereichsbegrenzung eingestellt werden können, ohne gegen die Beschränkungen zu verstoßen.

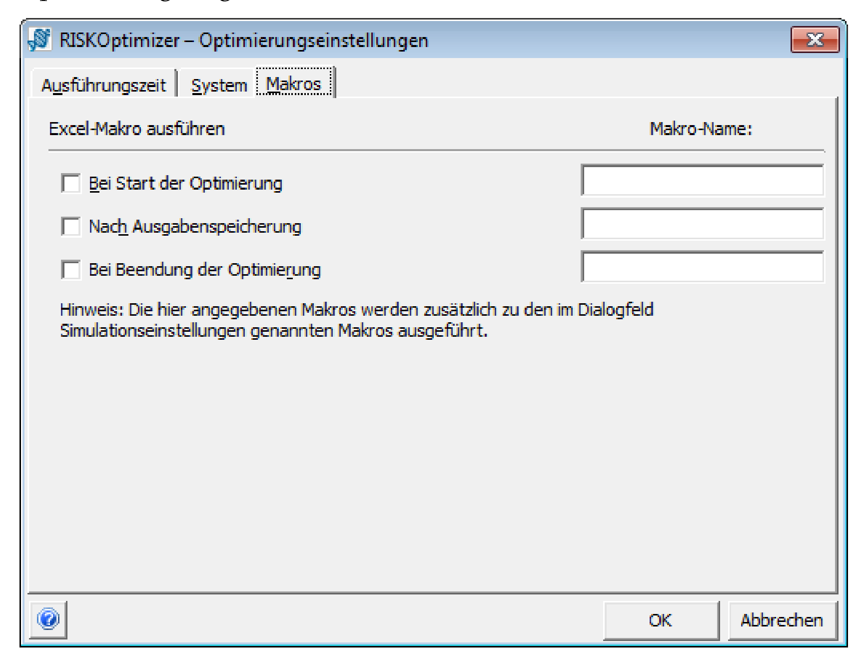
- **Cauchy-Mutation** – Dieser Operator ist dafür konzipiert, hauptsächlich kleine Änderungen in Variablen zu erzeugen, kann aber mitunter auch für große Änderungen eingesetzt werden.
- **Ungleichförmige Mutation** – Dieser Operator erzeugt bei zunehmender Anzahl von berechneten Versuchen immer kleiner werdende Mutationen. Das ermöglicht RISKOptimizer, die Antworten fein abzustimmen.
- **Arithmetisches Crossover** – Dieser Operator erzeugt neue Nachwuchslösungen, und zwar durch arithmetisches Kombinieren der beiden Vorgängerlösungen. Diese Methode kann anstelle des Genenaustauschs verwendet werden.
- **Heuristisches Crossover** – Dieser Operator verwendet die durch die beiden Vorgängerlösungen erzeugten Werte, um zu bestimmen, wie die Nachwuchslösung generiert wird. Durch diesen Operator wird in der aussichtsreichsten Richtung gesucht und auch lokal fein abgestimmt.

Je nach Art des Optimierungsproblems können evtl. durch verschiedene Kombinationen von Mutations- und Crossover-Operatoren die besten Ergebnisse erzielt werden. Auf der Registerkarte *Operatoren* des Dialogfelds *Einstellungen für anpassbare Zellgruppen* können bei Verwendung der Lösungsmethode *Formulierung* beliebig viele Operatoren ausgewählt werden, Bei Auswahl mehrerer Operatoren prüft RISKOptimizer alle sich daraus ergebenden gültigen Kombinationen, um für Ihr Modell die beste Kombination zu identifizieren. Nach Ausführung des Modells werden die einzelnen ausgewählten Operatoren in der Optimierungsübersicht nach Performance rangmäßig eingestuft. Bei nachfolgenden Ausführungen desselben Modells können dann evtl. schnellere und bessere Optimierungen erreicht werden, indem Sie ausschließlich die in der Optimierungsübersicht zu sehenden leistungsstärksten Operatoren auswählen.

Befehl „Einstellungen“ – Registerkarte „Makros“

Definiert die Makros, die während einer Optimierung ausgeführt werden sollen

Während einer Optimierung und während Simulation der einzelnen Probelösungen können zu verschiedenen Zeiten VBA-Makros ausgeführt werden. Dies ermöglicht die Entwicklung von benutzerdefinierten Berechnungen, die dann während der Optimierung aufgerufen werden.



Makros können zu folgenden Zeitpunkten während einer Optimierung ausgeführt werden:

- **Bei Optimierungsstart** – Makro wird nach Klicken auf das Symbol für „Ausführen“ und vor Generierung der ersten Probelösung ausgeführt.
- **Nach Ausgabespeicherung** – Makro wird nach jeder Simulation und nach Speicherung der für die Zielzellenverteilung zu optimierenden Statistik ausgeführt.
- **Bein Beendung der Optimierung** – Makro wird nach Beendung der Optimierung ausgeführt.

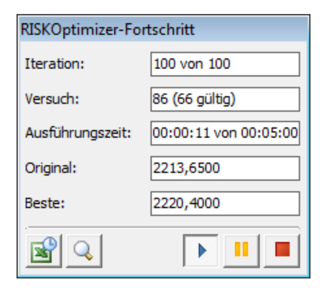
Durch diese Funktion können Berechnungen, die nur durch ein Makro vorgenommen werden können, während einer Optimierung ausgeführt werden. Iterative Schleifenberechnungen und Berechnungen, die neue Daten aus externen Quellen erfordern, sind Beispiele solcher Berechnungen, die Makros erfordern.

Der auszuführende Makro wird durch den **Makronamen** definiert. Makros, die bei jeder Simulation oder jeder Iteration einer Simulation ausgeführt werden sollen, können bei den @RISK-Simulationseinstellungen auf der Registerkarte **Makro** angegeben werden.

Befehl „Starten“

Startet eine Optimierung

Durch Auswahl dieses Befehls wird eine Optimierung des aktiven Modells und der aktuellen Arbeitsmappe gestartet. Sobald RISKOptimizer startet, wird das Fenster **RISKOptimizer-Fortschritt** angezeigt.



In diesem Fenster ist Folgendes zu sehen:

- **Iteration** oder die Anzahl der in der aktuellen Simulation ausgeführten Iterationen.
- **Versuch** oder die Gesamtanzahl der ausgeführten Simulationen (Anzahl **gültig** weist auf die Anzahl hin, für die alle Beschränkungen eingehalten wurden).
- **Ausführungszeit** oder wie lange die Ausführung gedauert hat.
- **Original** oder der ursprüngliche Wert der Statistik für die Zielzelle, und zwar wie in der anfänglichen Simulation berechnet, die unter Verwendung der im Arbeitsblatt für die anpassbaren Zellen vorhandenen Werte ausgeführt wurde.
- **Bester** oder derzeit bester Wert für die Zielzellenstatistik, die minimiert oder maximiert werden soll.

Während der Optimierung wird in Excel in der Statusleiste auch der aktuelle Fortschritt in der Analyse angezeigt.

Beste=$2.220 (Versuch Nr.22) Original=$2.214 Versuche=1921 (1678 gültig) Zeit=00:03:23

Im Fenster „Fortschritt“ sind in der RISKOptimizer-Symbolleiste folgende Optionen verfügbar:

- **Excel-Aktualisierungsoptionen anzeigen –** Hierdurch können die Excel-Aktualisierungsoptionen ein- bzw. ausgeschaltet werden. Wenn diese Option aktiviert ist, wird der Bildschirm mit jeder Iteration neu aktualisiert.

- **RISKOptimizer-Überwachungsprogramm anzeigen**. Zeigt das vollständige Fenster „RISKOptimizer-Überwachungsprogramm“ an.

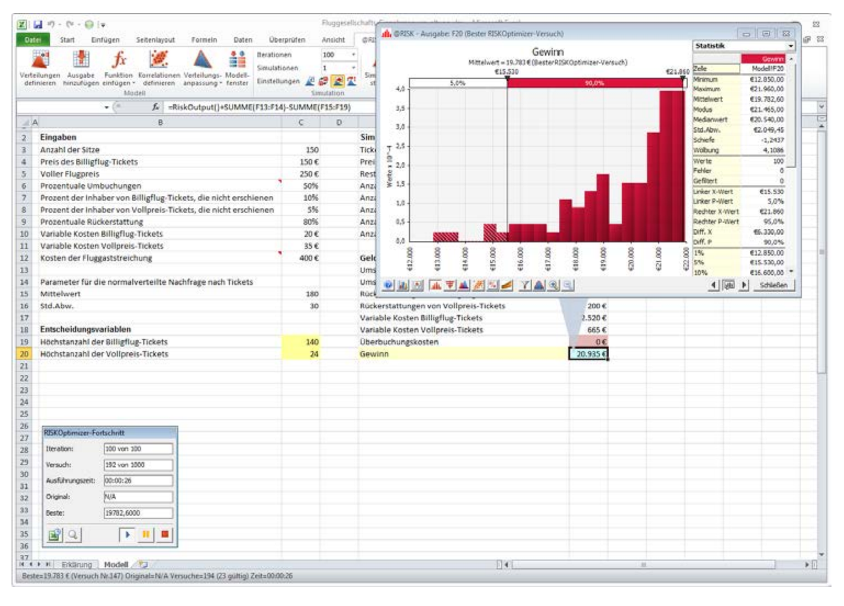
- **Ausführen.** Bei Klicken auf dieses Symbol beginnt RISKOptimizer mit der Suche nach einer Lösung, und zwar auf Basis der aktuellen Beschreibung im Dialogfeld „RISKOptimizer – Modell“. Wenn Sie RISKOptimizer pausieren lassen, können Sie trotzdem noch auf das Symbol für „Ausführen“ klicken, um die Suche nach besseren Lösungen fortzusetzen.

- **Pausieren.** Falls Sie den RISKOptimizer-Prozess pausieren lassen möchten, brauchen Sie nur auf das Symbol für „Pausieren“ klicken, um den RISKOptimizer-Prozess vorübergehend zu „fixieren“. Während des Pausierens möchten Sie vielleicht das RISKOptimizer-Überwachungsprogramm öffnen und erkunden sowie Parameter ändern, die gesamte Population begutachten, einen Statusbericht anzeigen oder ein Diagramm kopieren.

- **Stop.** Hält die Optimierung an.

Diagramm der besten Lösung

Während einer Optimierung wird in @RISK auch die Optimierungszielzellen-Verteilung für die einzelnen neu erkannten besten Lösungen angezeigt. Dies passiert, wenn in den @RISK-Simulierungseinstellungen die Option **Ausgabediagramm automatisch anzeigen** ausgewählt ist.



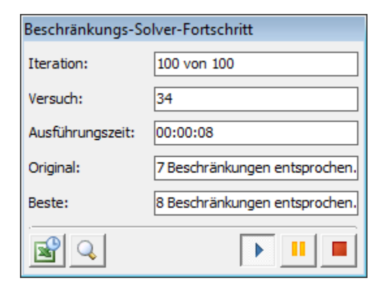
Befehl „Beschränkungs-Solver“

Durch diesen Befehl wird der Beschränkungs-Solver ausgeführt.

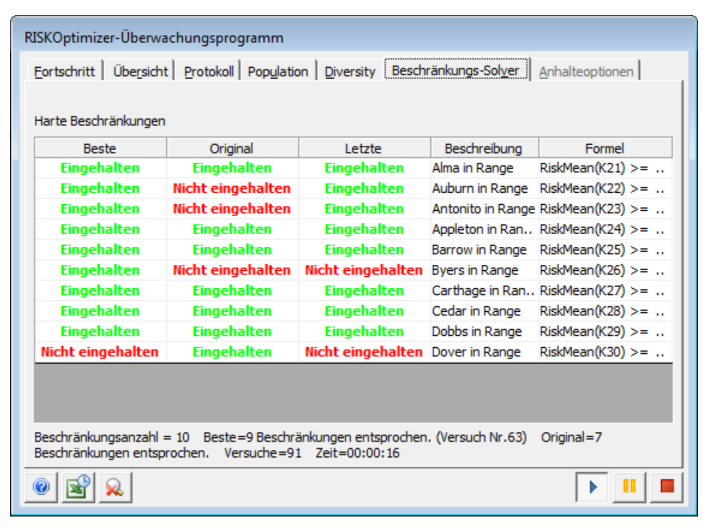
HINWEIS: Der Beschränkungs-Solver ist recht nützlich, wenn bei der Optimierung das System Gentechnischer Algorithmus verwendet wird. Wird dagegen bei der Optimierung das System OptQuest eingesetzt, ist der Beschränkungs-Solver Im Allgemeinen nicht erforderlich. Die nachstehende Beschreibung bezieht sich nur auf das System Gentechnischer Algorithmus.

Der Beschränkungs-Solver ermöglicht RISKOptimizer, besser mit Modellbeschränkungen fertig zu werden. Bei Ausführung einer Optimierung wird in RISKOptimizer davon ausgegangen, dass die anpassbaren Originalzellwerte allen harten Beschränkungen entsprechen, d. h., dass die ursprüngliche Lösung auch gültig ist. Sollte das nicht der Fall sein, muss der Algorithmus u. U. sehr viele Simulierungen ausführen, bevor die erste gültige Lösung gefunden wird. Wenn ein Modell jedoch mehrere Beschränkungen enthält, ist es vielleicht nicht klar zu sehen, welche anpassbaren Zellwerte mit allen Beschränkungen übereinstimmen.

Wenn das RISKOptimizer-Modell mehrere harte Beschränkungen enthält und die Optimierungen fehlschlagen, weil alle Lösungen ungültig sind, erhalten Sie eine entsprechende Meldung, damit der Beschränkungs-Solver ausgeführt werden kann. Der Beschränkungs-Solver führt Optimierungen in einem speziellen Modus aus, um nach einer Lösung zu suchen, die allen harten Beschränkungen entspricht. Dem Benutzer wird der Fortschritt in der Optimierung genauso angezeigt, wie das bei normalen Optimierungen der Fall ist. Im Fenster **RISKOptimizer-Fortschritt** wird die Anzahl der Beschränkungen angezeigt, die in der Original- und der besten Lösung eingehalten werden.



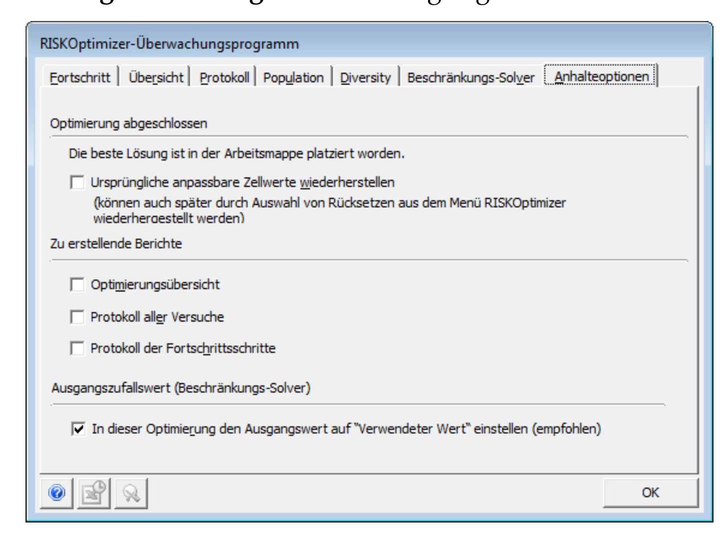
Über eine Schaltfläche im Fenster **RISKOptimizer-Fortschritt** kann der Benutzer auf das **RISKOptimizer-Überwachungsprogramm** umschalten. Im Modus **Beschränkungs-Solver** sind die Einzelheiten des Fortschritts in der Optimierung genauso wie bei Optimierungen im Normalmodus zu sehen, und zwar auf den Registerkarten **Fortschritt, Übersicht**, **Protokoll, Population** und **Diversity.** Im Modus **Beschränkungs-Solver** enthält das Überwachungsprogramm die zusätzliche Registerkarte **Beschränkungs-Solver**. Auf dieser Registerkarte ist der Status (**Eingehalten** oder **Nicht eingehalten**) der einzelnen harten Beschränkungen für die **Beste, Original** und **Letzte** Lösung zu sehen.



Im Beschränkungs-Solver wird die Optimierung automatisch angehalten, sobald eine Lösung gefunden wird, die allen harten Beschränkungen entspricht. Die Optimierung kann aber auch im Fenster **RISKOptimizer-Fortschritt** oder im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm durch Klicken auf eine Schaltfläche angehalten werden. Nach Ausführung des Beschränkungs-Solvers können Sie auf der Registerkarte **Anhalteoptionen** des RISKOptimizer-Überwachungsprogramms genau wie bei Optimierungen im Normalmodus die **Beste**, **Original** oder **Letzte** Lösung wählen.

Der Beschränkungs-Solver braucht vor Ausführung nicht erst eingerichtet werden, da er die im Modell angegebenen Einstellungen verwendet. Nur das Optimierungsziel wird geändert: das neue Ziel besteht darin, eine Lösung zu finden, die allen harten Beschränkungen entspricht.

Auf der Registerkarte **Anhalteoptionen** befindet sich die zusätzliche Option **In dieser Optimierung den Ausgangswert auf „Verwendeter Wert“ einstellen (empfohlen).** Diese Option ist bei nicht festgelegtem Ausgangszufallswert zu empfehlen, da dann die Beschränkungen, die im Beschränkungs-Solver eingehalten wurden, evtl. im Normalmodus nicht mehr eingehalten werden, selbst wenn die anpassbaren Zellwerte dieselben sind. Das hängt damit zusammen, dass die Simulationsergebnisse vom Ausgangswert abhängen. Diese Option ist abgeblendet, wenn der Ausgangswert vor Ausführung der Optimierung im Beschränkungs-Solver im Dialogfeld **Optimierungseinstellungen** bereits festgelegt wurde.



RISKOptimizer-Überwachungsprogramm

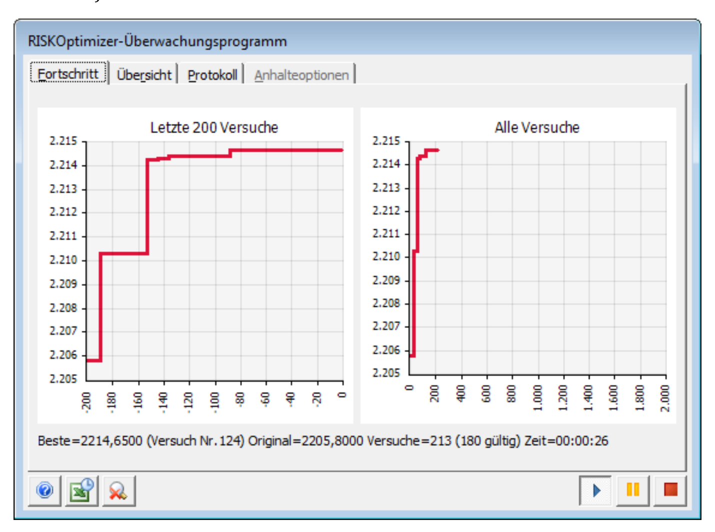
Wenn Sie im Fenster „RISKOptimizer-Fortschritt“ auf das Lupensymbol klicken, wird das RISKOptimizer-Überwachungsprogramm angezeigt. Dieses Programm reguliert und berichtet über sämtliche RISKOptimizer-Aktivitäten.

Vom Überwachungsprogramm aus können Sie Parameter ändern und auch den Fortschritt der Optimierung analysieren. Ferner haben Sie die Möglichkeit, unten im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm in der Statusleiste Echtzeit-Informationen über das Problem sowie auch Informationen über den Fortschritt in RISKOptimizer anzeigen zu lassen.

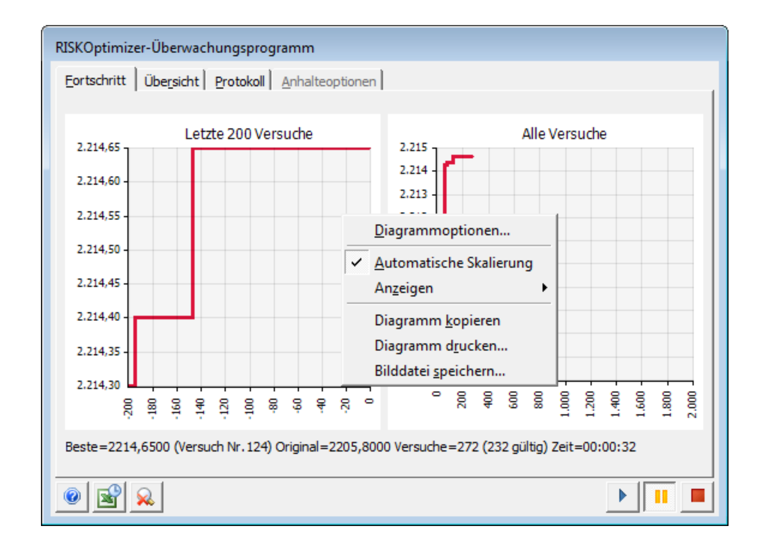
RISKOptimizer-Überwachungsprogramm – Registerkarte „Fortschritt“

Zeigt die Fortschrittsdiagramme für den Zielzellenwert an

Über die Registerkarte **Fortschritt** kann in RISKOptimizer grafisch dargestellt werden, wie sich die Ergebnisse für die ausgewählte Zielzelle mit jeder Simulation ändern.

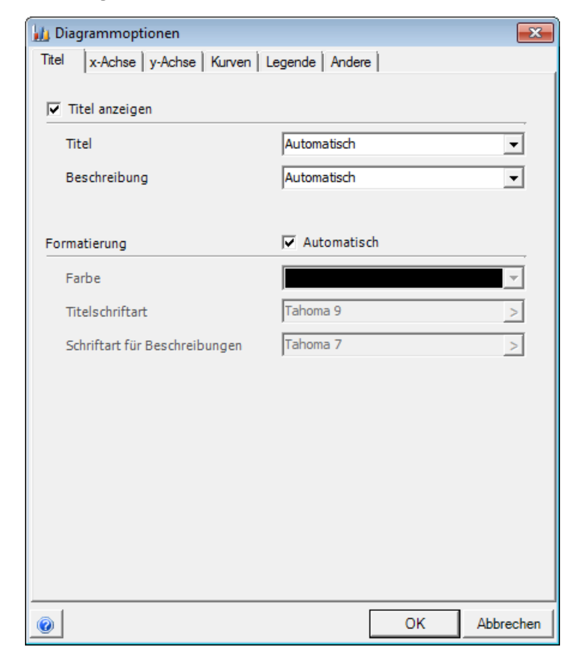


In den Fortschrittsdiagrammen ist die Anzahl der ausgeführten Simulationen auf der x-Achse und der Zielzellenwert auf der y-Achse zu sehen. Durch Klicken mit der rechten Maustaste auf das Diagramm **Fortschritt** wird das Dialogfeld **Diagrammoptionen** eingeblendet, in dem das Diagramm Ihren Wünschen angepasst werden kann.



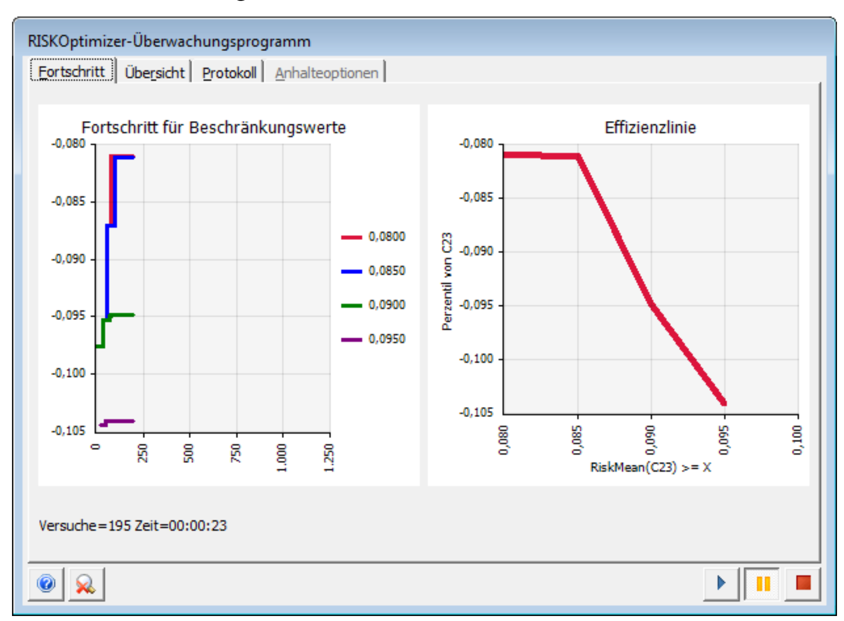
Dialogfeld „Diagramm-optionen“

Im Dialogfeld „Diagrammoptionen“ sind die Einstellungen zu sehen, die im angezeigten Diagramm für Titel, Legenden, Skalierung und Schriftart zuständig sind.



RISKOptimizer-Überwachungsprogramm – Registerkarte „Fortschritt“ (Effizienzlinie)

Wenn eine Effizienzlinien-Analyse läuft, zeigt die Registerkarte Fortschritt im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm wie sich die Ergebnisse bei jeder Optimierung ändern (für jeden möglichen Effizienzlinien-Beschränkungswert) gemeinsam mit dem aktuellen Effizienzlinien-Diagramm.



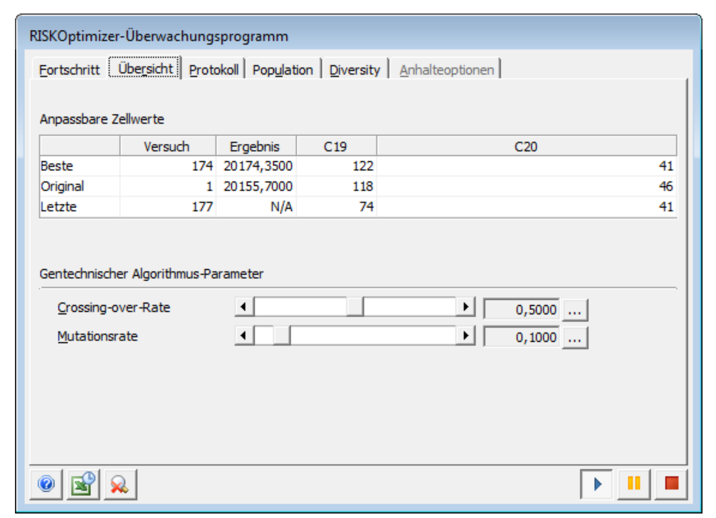
Um die Effizienzlinie zu identifizieren, führt RISKOptimizer mehrere Optimierungen durch, um den optimalen Wert für jeden Wert der Beschränkung zu ermitteln. Anstelle diese Optimierungen separat sequenziell auszuführen, nutzt RISKOptimizer einen effizienteren Algorithmus, bei dem mehrere Optimierungen im Rahmen eines einzigen Analysevorgangs ausgeführt werden. Jede Zeile im Diagramm **Fortschritt für Beschränkungswerte** zeigt den Fortschritt für den optimalen Wert bei jedem möglichen Beschränkungswert.

Das Diagramm **Effizienzlinie** zeigt den derzeitigen optimalen Wert für alle möglichen Beschränkungswerte.

RISKOptimizer-Überwachungsprogramm – Registerkarte „Übersicht“

Zeigt Einzelheiten der anpassbaren Zellwerte an

Über die Registerkarte **Übersicht** kann im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm eine Übersichtstabelle der während der Optimierung getesteten anpassbaren Zellwerte angezeigt werden. Bei Verwendung des Systems **Gentechnischer Algorithmus** werden außerdem Tools zum Anpassen der Crossing-over- und Mutationsrate für jede im Modell befindliche anpassbare Zellgruppe angezeigt.



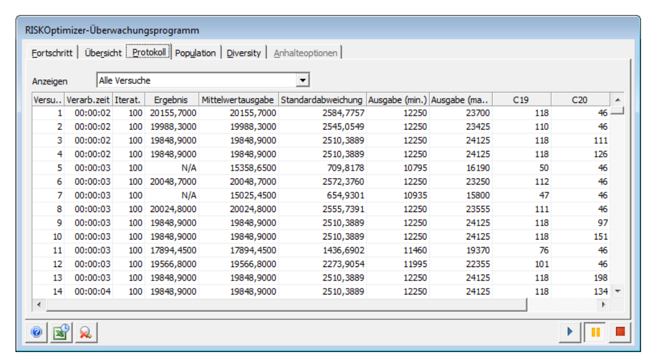
Die Parameter für das System **Gentechnischer Algorithmus** ermöglichen Ihnen, die Crossing-over- und die Mutationsrate des gentechnischen Algorithmus zu ändern, während am Problem gearbeitet wird. Alle hier vorgenommenen Änderungen setzen die ursprünglichen Einstellungen dieser Parameter außer Kraft und wirken sich sofort auf die Population (oder auf die Gruppe von angepassten Zellen) aus, die im Feld **Gezeigte Gruppe** ausgewählt wurde.

Es ist fast immer zu empfehlen, die standardmäßige Crossing-over-Rate von 0,5 zu verwenden. Für Mutation kann die Rate in vielen Modellen so hoch wie 0,4 eingestellt werden, wenn Sie nach der besten Lösung suchen und bereit sind, etwas länger darauf zu warten. Wenn die Mutationsrate auf das Maximum von 1 eingestellt wird, ergibt das reine Zufallswerte, da RISKOptimizer die Mutation nach dem Crossover ausführt. Das bedeutet, dass nachdem aus der Kreuzung der beiden Vorgängerlösungen eine Nachfolgelösung entstanden ist, 100% der „Genen“ dieser Lösung reine Zufallswerte generieren und dadurch das Crossover vollkommen bedeutungslos wird (weitere Informationen hierüber sind im Index unter „Crossing-over-Rate, Zweck“ und „Mutationsrate, Zweck“ zu finden).

RISKOptimizer-Überwachungsprogramm – Registerkarte „Protokoll“

Zeigt während der Optimierung ein Protokoll über die einzelnen Simulationen an

Über die Registerkarte **Protokoll** kann im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm während der Optimierung eine Übersichtstabelle über die einzelnen Simulationen angezeigt werden. In diesem Protokoll sind die Ergebnisse für die Zielzelle, die einzelnen anpassbaren Zellen und für die eingegebenen Beschränkungen zu finden.



Durch die Optionen unter **Anzeigen** kann ausgewählt werden, ob ein Protokoll **aller Versuche** oder nur ein Protokoll der Simulationen angezeigt werden soll, in denen ein **Fortschritt** erzielt wurde (d. h. bei denen sich das Optimierungsergebnis verbesserte). In diesem Protokoll ist Folgendes zu sehen:

1) **Verarb.zeit,** d. h. die Zeit, die seit Beginn der Simulation verstrichen ist

2) **Iterat.,** d. h. die Anzahl der ausgeführten Iterationen

3) **Ergebnis,** d. h. der Wert der zu maximierenden oder minimierenden Zielzellenstatistik, einschließlich der Strafpunktwerte für nicht eingehaltene weiche Beschränkungen

4) **Mittelwertausgabe**, **Standardabweichung**, **Ausgabe (min**.) und **Ausgabe (max.)**, d. h. die Statistiken für die Wahrscheinlichkeitsverteilung der berechneten Zielzelle.

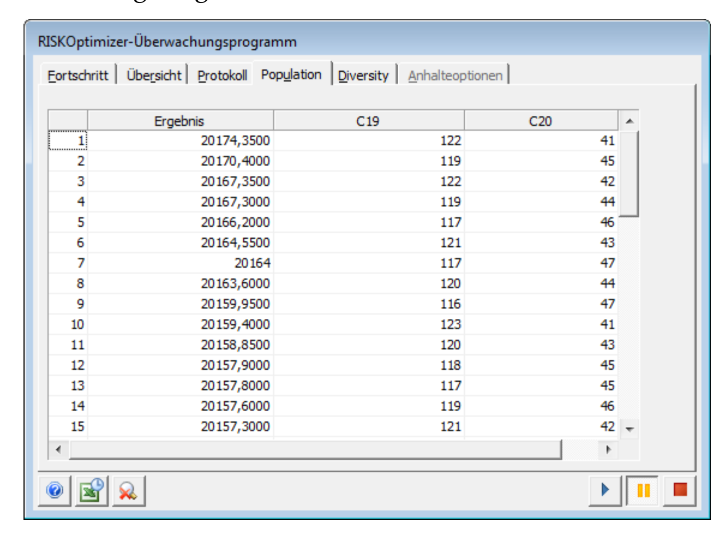
5) **Eingabespalten**, d. h. die für die angepassten Zellen verwendeten Werte

6) **Beschränkungsspalten**, d. h. Spalten, in denen angezeigt wird, ob die Beschränkungen eingehalten wurden

RISKOptimizer-Überwachungsprogramm – Registerkarte „Population“

Listet alle Variablen der einzelnen Organismen (d. h. jeder möglichen Lösung) in der aktuellen Population auf

Wenn das System **Gentechnischer Algorithmus** verwendet wird, ist die Registerkarte **Population** zu sehen. Die Populationstabelle enthält ein Raster, in dem alle Variablen für jeden Organismus (d. h. für jede mögliche Lösung) in der aktuellen Population aufgelistet werden. Diese Organismen (Org *n*) sind rangmäßig angeordnet, und zwar vom ungeeignetsten bis zum geeignetsten oder besten. Da in dieser Tabelle alle Organismen in der Population aufgelistet sind, wird durch die Einstellung „Populations-Größe“ im Dialogfeld „RISKOptimizer-Einstellungen“ festgelegt, wie viele Organismen hier zu sehen sind (standardmäßig sind es 50). Außerdem wird in der ersten Spalte der Tabelle der sich ergebende Zielzellenwert für jeden Organismus angezeigt.

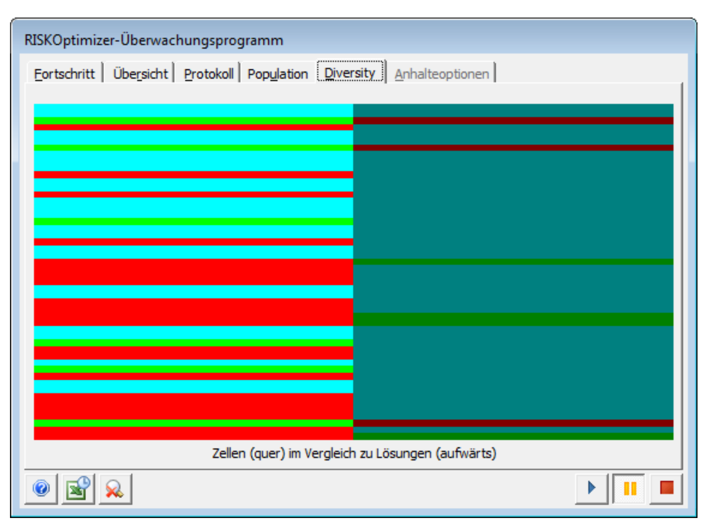


	Ergebnis	C19	C20
1	20174,3500	122	41
2	20170,4000	119	45
3	20167,3500	122	42
4	20167,3000	119	44
5	20166,2000	117	46
6	20164,5500	121	43
7	20164	117	47
8	20163,6000	120	44
9	20159,9500	116	47
10	20159,4000	123	41
11	20158,8500	120	43
12	20157,9000	118	45
13	20157,8000	117	45
14	20157,6000	119	46
15	20157,3000	121	42

RISKOptimizer-Überwachungsprogramm – Registerkarte „Diversity“

Zeigt ein Farbdiagramm aller Variablen in der aktuellen Population an

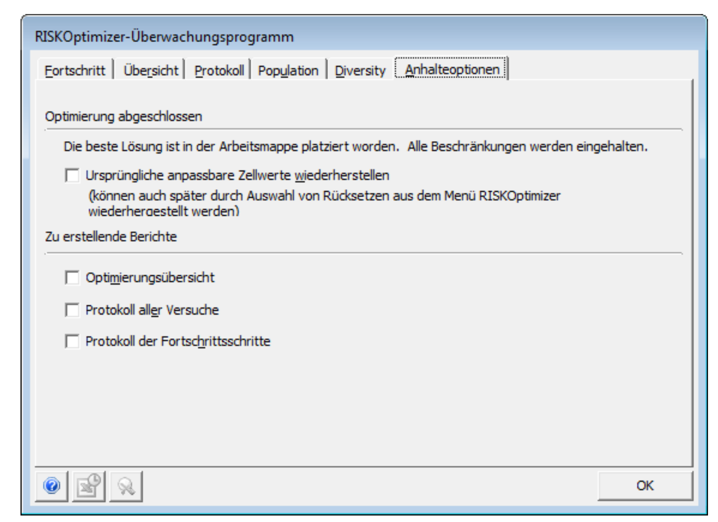
Wenn das System **Gentechnischer Algorithmus** verwendet wird, ist die Registerkarte **Diversity** zu sehen. Durch das Diagramm auf der Registerkarte **Diversity** werden den anpassbaren Zellwerten bestimmte Farben zugewiesen, und zwar je nachdem, wie viel sich der Wert einer gewissen Zelle innerhalb der Population von Organismen (d.h. von Lösungen) verändert, die an einer bestimmten Stelle gespeichert sind. (Gemäß der gentechnischen Optimierungsterminologie ist dies ein Anzeichen der Vielfalt oder Verschiedenheit im Genpool.) Im Diagramm entspricht jeder senkrechte Balken einer anpassbaren Zelle. Die horizontalen Streifen innerhalb der einzelnen Balken stellen die Werte der betreffenden anpassbaren Zelle in anderen Organismen (d.h. in anderen Lösungen) dar. Den Streifen werden die Farben dadurch zugewiesen, dass der Bereich zwischen dem Minimal- und Maximalwert einer bestimmten anpassbaren Zelle in 16 gleichlange Intervalle unterteilt wird. Jedes dieser Intervalle wird durch eine unterschiedliche Farbe dargestellt. Aus der Tatsache, dass z. B. im nachfolgenden Bild der vertikale Balken, der die zweite anpassbare Zelle darstellt, nur eine Farbe hat, geht hervor, dass diese Zelle in jeder gespeicherten Lösung den gleichen Wert enthält.



RISKOptimizer-Überwachungsprogramm – Registerkarte „Anhalteoptionen“

Zeigt die Anhalteoptionen für die Optimierung an

Wenn Sie auf **Stop** klicken, wird im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm die Registerkarte **Anhalteoptionen** angezeigt. Das schließt auch die Optionen ein, die zur Aktualisierung des Arbeitsblattes mit den besten berechneten Werten für anpassbare Zellen verfügbar sind, sowie auch die Optionen zur Wiederherstellung von Originalwerten und Erstellung eines Optimierungsübersichtsberichts.

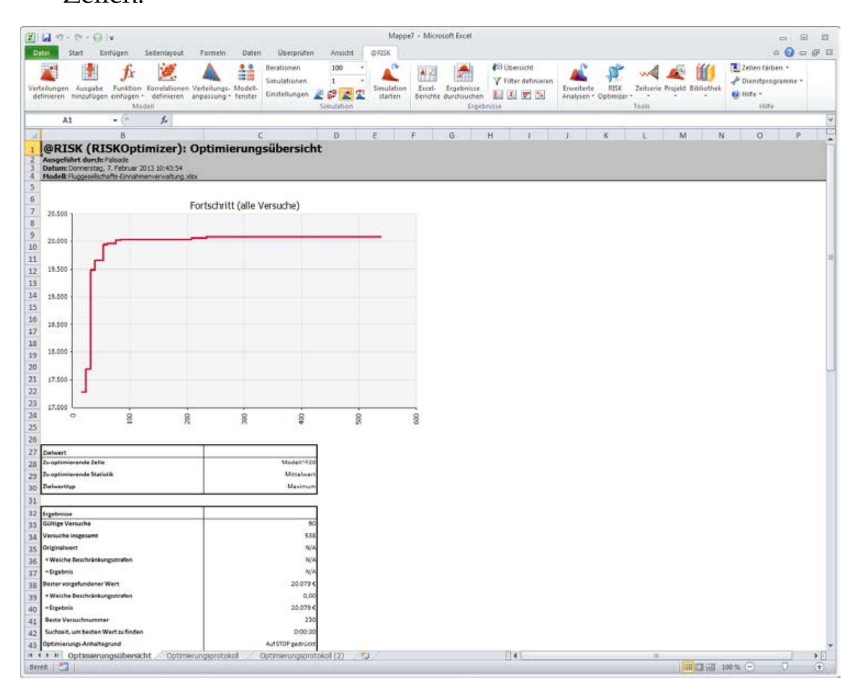


Dieses Dialogfeld wird auch angezeigt, wenn einer der benutzerdefinierten Anhaltebedingungen entsprochen wurde (angegebene Anzahl von Versuchen wurde ausgewertet, angegebene Minuten sind abgelaufen usw.). Die **Anhalteoptionen** ermöglichen Ihnen, die ursprünglichen Werte (d. h. die Werte vor Ausführung von RISKOptimizer) der anpassbaren Zellen wiederherzustellen.

Alle über die Registerkarte **Anhalteoptionen** möglichen Aktionen können auch mithilfe der Befehle im @RISK-Menü oder in der @RISK-Symbolleiste ausgeführt werden. Falls das Überwachungsprogramm nicht genutzt wird, indem Sie auf OK klicken, ohne irgendeine Aktion zu wählen, können die anpassbaren Zellen trotzdem noch über die Menü-/Symbolleistenbefehle auf ihre ursprünglichen Werte zurückgesetzt und entsprechende Berichte erstellt werden.

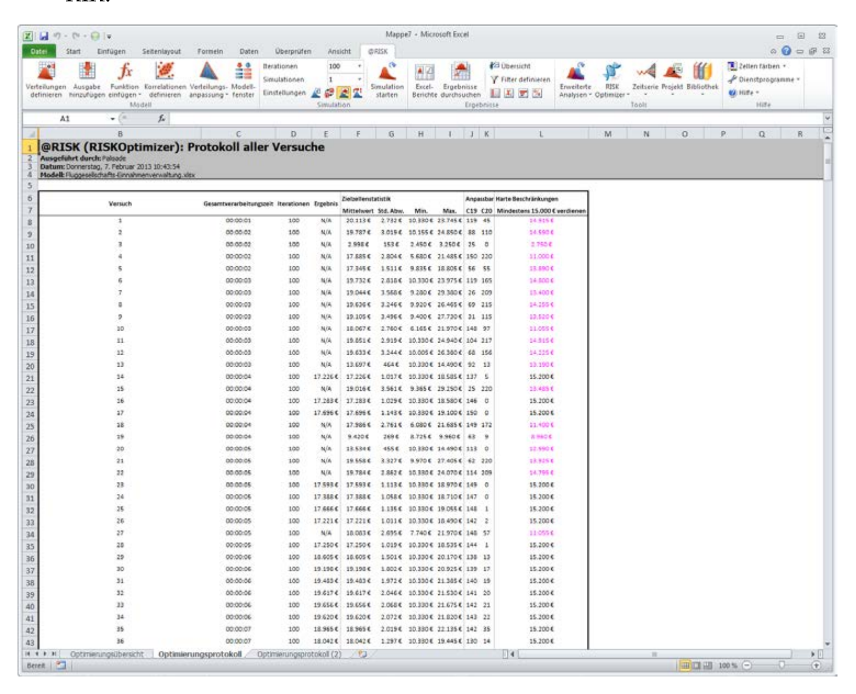
Durch die Optionen unter **Zu erstellende Berichte** können Optimierungsübersichts-Arbeitsblätter für Berichte über Ausführungsergebnisse erstellt werden. Auch können diese Arbeitsblätter zum Vergleichen von Simulationsergebnissen verwendet werden. Folgende Berichtsoptionen sind verfügbar:

- **Optimierungsübersicht.** Dieser Übersichtsbericht enthält Informationen, wie z. B. Datum und Urzeit der Ausführung, die verwendeten Optimierungseinstellungen, den für die Zielzelle berechneten Wert und den Wert der einzelnen anpassbaren Zellen.



Dieser Bericht kann dazu verwendet werden, die Ergebnisse von aufeinander folgenden Optimierungen zu vergleichen.

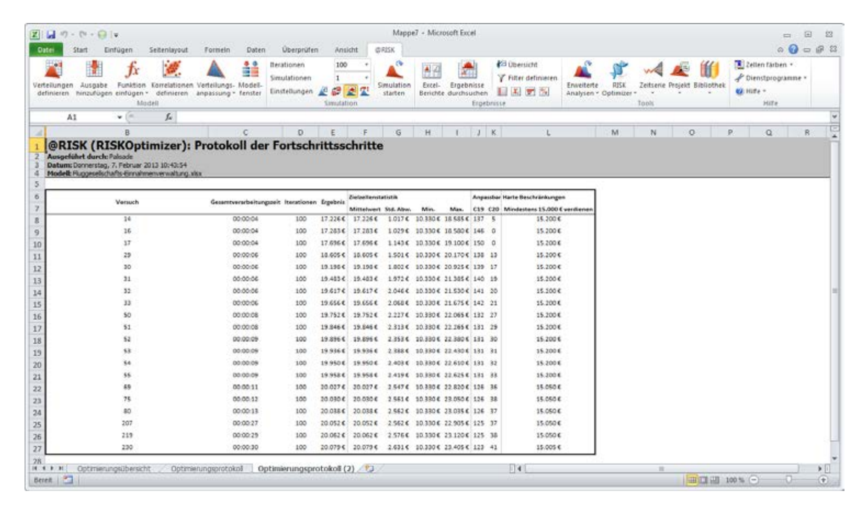
- **Protokoll aller Versuche –** In diesem Bericht sind die Ergebnisse aller ausgeführten Probesimulationen zu sehen. Die in Tiefrot gezeigten Werte weisen auf eine nicht eingehaltene Beschränkung hin.



@RISK (RISKOptimizer): Protokoll aller Versuche
Ausgeführt durch: Palisade
Datum: Donnerstag, 7. Februar 2013 10:43:54
Modell: Fluggesellschafts-Einnahmenverwaltung.xlsx

Versuch	Gesamtverarbeitungszeit	Iterationen	Ergebnis	Zielzellenstatistik				Anpassbar		Harte Beschränkungen
				Mittelwert	Std. Abw.	Min.	Max.	C19	C20	Mindestens 15.000 € verdienen
1	00:00:01	100	N/A	20.113 €	2.732 €	10.330 €	23.745 €	119	45	14.915 €
2	00:00:02	100	N/A	19.787 €	3.019 €	10.155 €	24.850 €	88	110	14.590 €
3	00:00:02	100	N/A	2.998 €	153 €	2.450 €	3.250 €	25	0	2.750 €
4	00:00:02	100	N/A	17.885 €	2.804 €	5.680 €	21.485 €	190	220	11.000 €
5	00:00:02	100	N/A	17.345 €	1.511 €	9.835 €	18.805 €	56	55	13.890 €
6	00:00:03	100	N/A	19.732 €	2.818 €	10.330 €	23.975 €	119	165	14.800 €
7	00:00:03	100	N/A	19.044 €	3.568 €	9.280 €	29.380 €	26	209	13.400 €
8	00:00:03	100	N/A	19.636 €	3.246 €	9.920 €	26.465 €	69	215	14.255 €
9	00:00:03	100	N/A	19.105 €	3.496 €	9.400 €	27.730 €	31	115	13.520 €
10	00:00:03	100	N/A	18.067 €	2.760 €	6.165 €	21.970 €	148	97	11.055 €
11	00:00:03	100	N/A	19.851 €	2.919 €	10.330 €	24.940 €	104	217	14.915 €
12	00:00:03	100	N/A	19.633 €	3.244 €	10.005 €	26.380 €	68	156	14.225 €
13	00:00:03	100	N/A	13.697 €	464 €	10.330 €	14.490 €	92	13	13.190 €
14	00:00:04	100	17.226 €	17.226 €	1.017 €	10.330 €	18.585 €	137	5	15.200 €
15	00:00:04	100	N/A	19.016 €	3.561 €	9.365 €	29.250 €	25	220	13.485 €
16	00:00:04	100	17.283 €	17.283 €	1.029 €	10.330 €	18.580 €	146	0	15.200 €
17	00:00:04	100	17.696 €	17.696 €	1.143 €	10.330 €	19.100 €	150	0	15.200 €
18	00:00:04	100	N/A	17.986 €	2.761 €	6.080 €	21.685 €	149	172	11.400 €
19	00:00:04	100	N/A	9.420 €	269 €	8.725 €	9.960 €	63	9	8.960 €
20	00:00:05	100	N/A	13.534 €	455 €	10.330 €	14.490 €	113	0	12.990 €
21	00:00:05	100	N/A	19.558 €	3.327 €	9.970 €	27.405 €	62	220	13.925 €
22	00:00:05	100	N/A	19.784 €	2.862 €	10.330 €	24.070 €	114	209	14.795 €
23	00:00:05	100	17.593 €	17.593 €	1.113 €	10.330 €	18.970 €	149	0	15.200 €
24	00:00:05	100	17.388 €	17.388 €	1.058 €	10.330 €	18.710 €	147	0	15.200 €
25	00:00:05	100	17.666 €	17.666 €	1.135 €	10.330 €	19.055 €	148	1	15.200 €
26	00:00:05	100	17.221 €	17.221 €	1.011 €	10.330 €	18.490 €	142	2	15.200 €
27	00:00:05	100	N/A	18.083 €	2.695 €	7.740 €	21.970 €	148	57	11.055 €
28	00:00:05	100	17.250 €	17.250 €	1.019 €	10.330 €	18.535 €	144	1	15.200 €
29	00:00:06	100	18.605 €	18.605 €	1.501 €	10.330 €	20.170 €	138	13	15.200 €
30	00:00:06	100	19.198 €	19.198 €	1.802 €	10.330 €	20.925 €	139	17	15.200 €
31	00:00:06	100	19.483 €	19.483 €	1.972 €	10.330 €	21.385 €	140	19	15.200 €
32	00:00:06	100	19.617 €	19.617 €	2.046 €	10.330 €	21.530 €	141	20	15.200 €
33	00:00:06	100	19.656 €	19.656 €	2.068 €	10.330 €	21.675 €	142	21	15.200 €
34	00:00:06	100	19.620 €	19.620 €	2.072 €	10.330 €	21.820 €	143	22	15.200 €
35	00:00:07	100	18.965 €	18.965 €	2.019 €	10.330 €	22.135 €	142	35	15.200 €
36	00:00:07	100	18.042 €	18.042 €	1.297 €	10.330 €	19.445 €	130	14	15.200 €

- **Protokoll der Fortschrittsschritte.** Dieser Bericht enthält die Ergebnisse aller das Ergebnis der Zielzelle verbessernden Probesimulationen.



@RISK (RISKOptimizer): Protokoll der Fortschrittsschritte
Ausgeführt durch: Palisade
Datum: Donnerstag, 7. Februar 2013 10:43:54
Modell: Fluggesellschafts-Einnahmenverwaltung.xlsx

Versuch	Gesamtverarbeitungszeit	Iterationen	Ergebnis	Zielzellenstatistik				Anpassbar		Harte Beschränkungen
				Mittelwert	Std. Abw.	Min.	Max.	C19	C20	Mindestens 15.000 € verdienen
14	00:00:04	100	17.226 €	17.226 €	1.017 €	10.330 €	18.585 €	137	5	15.200 €
16	00:00:04	100	17.283 €	17.283 €	1.029 €	10.330 €	18.580 €	146	0	15.200 €
17	00:00:04	100	17.696 €	17.696 €	1.143 €	10.330 €	19.100 €	150	0	15.200 €
29	00:00:06	100	18.605 €	18.605 €	1.501 €	10.330 €	20.170 €	138	13	15.200 €
30	00:00:06	100	19.198 €	19.198 €	1.802 €	10.330 €	20.925 €	139	17	15.200 €
31	00:00:06	100	19.483 €	19.483 €	1.972 €	10.330 €	21.385 €	140	19	15.200 €
32	00:00:06	100	19.617 €	19.617 €	2.046 €	10.330 €	21.530 €	141	20	15.200 €
33	00:00:06	100	19.656 €	19.656 €	2.068 €	10.330 €	21.675 €	142	21	15.200 €
50	00:00:08	100	19.752 €	19.752 €	2.227 €	10.330 €	22.065 €	132	27	15.200 €
51	00:00:08	100	19.846 €	19.846 €	2.313 €	10.330 €	22.265 €	131	29	15.200 €
52	00:00:09	100	19.896 €	19.896 €	2.353 €	10.330 €	22.380 €	131	30	15.200 €
53	00:00:09	100	19.936 €	19.936 €	2.388 €	10.330 €	22.430 €	131	31	15.200 €
54	00:00:09	100	19.950 €	19.950 €	2.403 €	10.330 €	22.610 €	131	32	15.200 €
55	00:00:09	100	19.958 €	19.958 €	2.419 €	10.330 €	22.625 €	131	33	15.200 €
69	00:00:11	100	20.027 €	20.027 €	2.547 €	10.330 €	22.820 €	126	36	15.050 €
75	00:00:12	100	20.030 €	20.030 €	2.561 €	10.330 €	23.050 €	126	38	15.050 €
80	00:00:13	100	20.038 €	20.038 €	2.562 €	10.330 €	23.035 €	126	37	15.050 €
207	00:00:27	100	20.052 €	20.052 €	2.562 €	10.330 €	22.905 €	125	37	15.050 €
219	00:00:29	100	20.062 €	20.062 €	2.576 €	10.330 €	23.120 €	125	38	15.050 €
230	00:00:30	100	20.079 €	20.079 €	2.631 €	10.330 €	23.405 €	123	41	15.005 €

Zeitserie

Einführung

In der Statistik, Wirtschaft und Finanzmathematik kennzeichnet eine Zeitserie eine Reihe von Beobachtungen, die gewöhnlich in regelmäßigen Zeitabständen vorgenommen werden, wie z. B. jede Woche, jeden Monat oder alle drei Monate. Als Beispiele für Zeitserien können die wöchentliche Währungskurse, der tägliche NASDAQ-Index sowie die monatlichen Rohölpreise genannt werden.

In @RISK bietet Ihnen der Abschnitt **Zeitserie** zwei Arten von Tools: (1) **Anpassungs-** und **Stapelanpassungs-Tools** zum Anpassen von verschiedenen Zeitserienvorgängen an Verlaufsdaten, um diese Vorgänge dann der Zukunft gemäß zu projizieren, und (2) ein **Definitions-Tool,** um Daten eines ausgewählten Zeitserienvorgangs zur Verwendung in einem @RISK-Modell zu simulieren. Die Zeitserienergebnisse einer solchen Simulation können als normale @RISK-Ergebnisse angezeigt werden oder auch im Fenster **Zeitserienergebnisse**.

Die Anpassungs- und Stapelanpassungs-Tools funktionieren im Zeitserienkontext so ähnlich wie die Anpassungs- und Stapelanpassungs-Tools in der Verteilungsanpassung von @RISK. Das Tool **Definieren** funktioniert im Zeitserienkontext so ähnlich wie das Tool **Verteilung definieren** von @RISK. Während es bei **Verteilungsanpassung** und **Verteilung definieren** um die einzelnen Wahrscheinlichkeitsverteilungen geht, beschäftigen sich die Zeitserien-Tools mit den *Zeitserienvorgängen*. Genau wie das @RISK-Tool **Verteilung definieren** fügen diese Zeitserien-Tools Ihrer Kalkulationstabelle weitere @RISK-Funktionen hinzu. Im Gegensatz zu den standardmäßigen @RISK-Verteilungsfunktionen sind diese hinzugefügten @RISK-Zeitserienfunktionen jedoch **Matrix-Funktionen**, da durch diese Funktionen bei jeder Simulations-Iteration die ganze *Zellengruppe* geändert wird, in der sich Ihre Zeitserienprognose befindet.

Zeitserienbefehle

Befehl „Anpassen“

Befehl zum Anpassen eines Zeitserienvorgangs an Ihre Daten

@RISK ermöglicht Ihnen, die Zeitserienvorgänge Ihren Daten anzupassen. Das ist zu empfehlen, wenn Sie z. B. eine Spalte mit Verlaufsdaten in Ihrer Kalkulationstabelle als Basis für einen Zeitserienvorgang verwenden möchten. Vielleicht möchten Sie beispielsweise Prognosen für zukünftige Portfolio-Werte auf Basis von Portfolio-Verlaufswerten erstellen.

Für das Anpassen von Zeitserienvorgängen an Daten mittels @RISK sind drei Schritte erforderlich:

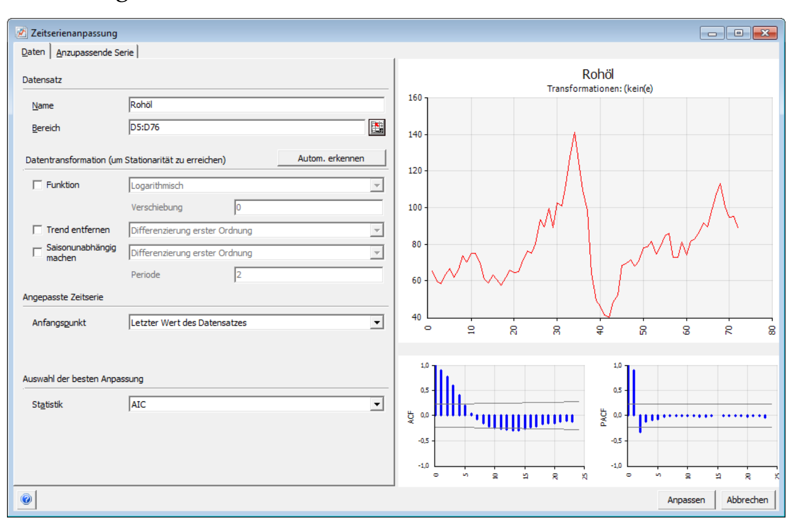
1) **Definition der Eingabedaten**

2) **Angabe der anzupassenden Vorgänge**

3) **Ausführung der Anpassung und Auswertung der Ergebnisse**

Schritt 1: Definition der Eingabedaten

Wählen Sie irgendeine Zelle in der anzupassenden Zeitserienspalte aus. Wählen Sie anschließend in der Dropdown-Liste **Zeitserien** die Option **Anpassung**, um das folgende Dialogfeld einzublenden, in dem die Registerkarte **Daten** zu sehen ist.



Name, Bereich

Es wird der Datenbereich (einschließlich des Variablennamens) angezeigt. Nötigenfalls können Sie diesen Bereich ändern.

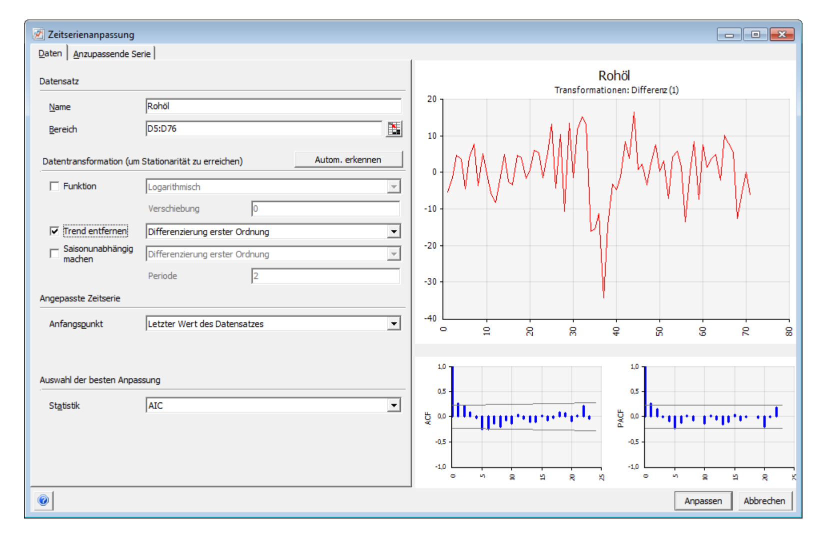
Bei Datenanforderungen für Werteprobendaten ist Folgendes zu beachten:

- Die Proben müssen aus mindestens 6 Datenwerten bestehen.
- Alle Werteproben sollten in den Bereich -1E+37 <= x <= +1E+37 fallen.
- Es dürfen keine Daten fehlen.

Datentransformation

Beim Anpassungsvorgang wird davon ausgegangen, dass die Zeitserie stationär ist. Es wird beispielsweise angenommen, dass Mittelwert und Standardabweichung immer gleichbleiben. Mithilfe der rechts befindlichen Diagramme (für Zeitserie, Autokorrelationen und teilweise Autokorrelationen) können Sie die Stationarität visuell überprüfen. Wenn Sie auf **Autom. erkennen** klicken, sucht @RISK automatisch nach Datentransformationen, um Stationarität zu generieren. Es geht dabei u. a. um Logarithmen, erste Differenzen und saisonbedingte Differenzen. Sie können **Autom. erkennen** aber auch einfach ignorieren und nur die gewünschten Transformationsoptionen wählen. Sobald die Serie transformiert ist, wird sie durch die verschiedenen Zeitserienvorgänge entsprechend angepasst. Wenn Sie die Daten transformieren, ändern sich die Diagramme ganz automatisch, um die transformierten Daten zu reflektieren.

Bei der Funktion **Autom. erkennen** wird ein Satz von heuristischen Methoden dazu verwendet, gute Vermutungen in Bezug auf Transformationen zu ermitteln, die vor Anpassung auf Ihre Daten anzuwenden sind. Es ist jedoch auch möglich, dass Sie genügend Einzelheiten über Ihre Daten wissen, sodass keine Vermutungen erforderlich sind. Wenn es sich bei Ihnen Daten beispielsweise um Aktienpreise handelt, sollte das Protokoll sehr wahrscheinlich durch einfache Differenzierung transformiert werden (wobei natürlich auch der Aufzinsungsfaktor berücksichtig werden muss). Es spielt in diesem Fall keine Rolle, dass dies vielleicht nicht der durch **Autom. erkennen** vorgeschlagene Transformationssatz ist.



Funktion, Shift

Die Option **Funktion** ermöglicht Ihnen, die logarithmische oder Quadratwurzel-Transformation zu wählen. Da Logarithmen positive und Quadratwurzeln natürliche Zahlen erfordern, können Sie einen **Shift**-Wert (d. h., eine zusätzliche Konstante) eingeben, um ungültige Werte zu vermeiden.

Trend entfernen

Die Option **Trend entfernen** ermöglicht Ihnen, die *Differenzierung erster Ordnung* oder *Differenzierung zweiter Ordnung* zu wählen. Bei Differenzen erster Ordnung handelt es sich um Differenzen zwischen aufeinander folgenden Werten. Bei Differenzen zweiter Ordnung handelt es sich um Differenzen zwischen aufeinander folgenden Differenzen erster Ordnung.

Saisonunabhängig machen, Periode

Falls Sie mit saisonabhängigen Daten arbeiten, können Sie die Option **Saisonunabhängig machen** wählen. Zu diesem Zweck haben Sie drei Möglichkeiten: *Differenzierung erster Ordnung, Differenzierung zweiter Ordnung* und *Zusatz.* Sie sollten auch eine **Periode** eingeben, z. B. **4** für vierteljährliche Daten. Hinweis: **Autom. erkennen** sucht auf komplizierte Weise nach Saisonabhängigkeit (d. h., durch Spektralanalyse). Mit anderen Worten, selbst wenn Ihre Daten z. B. monatlich sind, empfiehlt diese Funktion evtl. eine andere Periode. Jedenfalls handelt es sich bei Differenzen erster Ordnung um Differenzen zwischen Beobachtungen, die die Länge einer Periode voneinander entfernt wahrgenommen wurden. Differenzen zweiter Ordnung sind Differenzen zwischen aufeinander folgenden Differenzen erster Ordnung und Zusatz bedeutet, dass jeder Beobachtung eine saisonbedingte Korrektur hinzugefügt wird.

Anfangspunkt

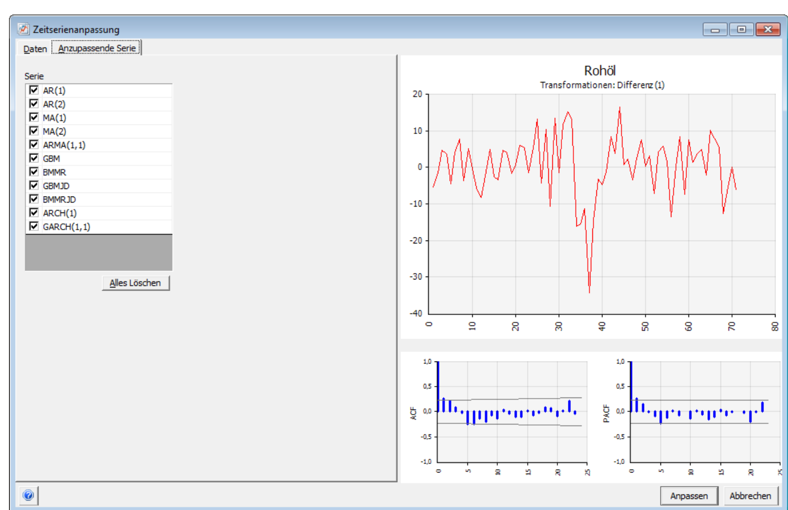
Wenn Sie einem Zeitserienvorgang irgendwelche Daten anpassen, erfordert die angepasste Funktion einen Anfangspunkt. Falls die angepasste Zeitserienfunktion zur Schätzung zukünftiger Werte verwendet wird, ist es gewöhnlich zu empfehlen, den letzten Wert der Verlaufsdaten als Anfangspunkt für die Prognose zu verwenden. Zu diesem Zweck sollten Sie aus der Dropdown-Liste **Anfangspunkt** den Eintrag *Letzter Wert des Datensatzes* wählen. Wenn Sie die Prognose dagegen mit dem ersten Verlaufswert gestartet werden soll, müssen Sie *Erster Wert des Datensatzes* wählen.

Statistik

Aus der Dropdown-Liste **Statistik** können Sie entweder *AIC* oder *BIC* wählen. Bei diesen beiden Optionen handelt es sich um gute Kriterien zum Messen der Anpassungsgüte für Ihre Daten.

Schritt 2: Angabe der anzupassenden Vorgänge

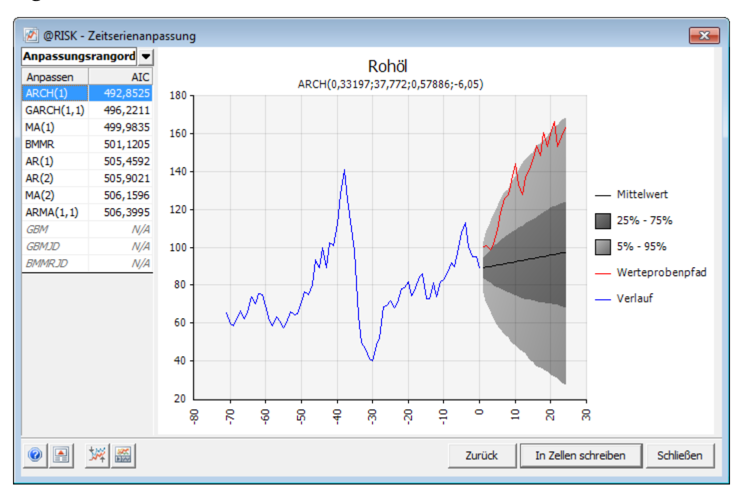
Währen Sie im Dialogfeld **Zeitserienanpassung** die Registerkarte **Anzupassende Serie**. Sie sehen dann die gleichen Diagramme wie zuvor, und zwar zusammen mit einer Liste von Zeitserienvorgängen, denen Sie möglicherweise Ihre Daten anpassen können. Diese Vorgänge schließen ARMA (auto-regressiv, gleitender Durchschnitt), GBM (geometrische Brownsche Bewegung) nebst Variationen und ARCH (auto-regressive, bedingt heteroskedastische Zeitserie) nebst Variationen mit ein. Einige dieser Zeitserienvorgänge könnten evtl. aus Kontextgründen deaktiviert sein. Sie können beliebig viele dieser aufgelisteten Zeitserienvorgänge aktivieren oder deaktivieren.



Schritt 3: Ausführung der Anpassung und Auswertung der Ergebnisse

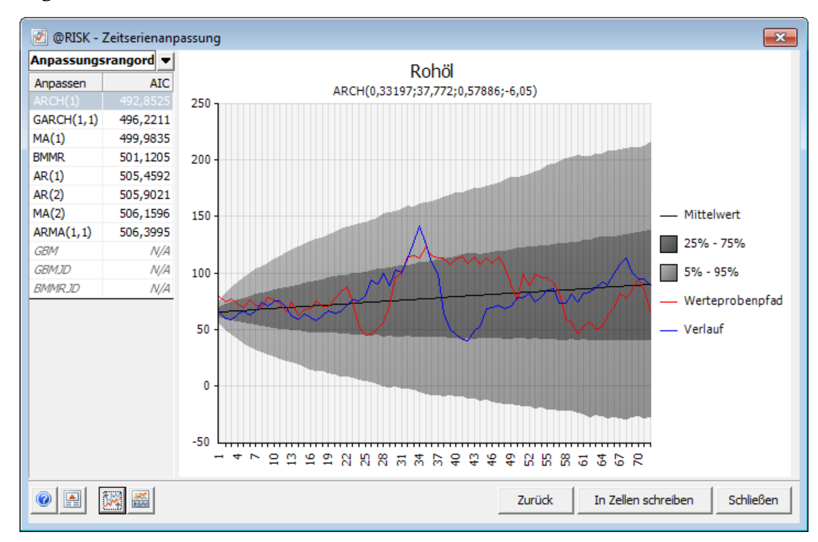
Klicken Sie auf **Anpassen**, um die Anpassung auszuführen. Für jeden der beim vorherigen Schritt genannten Zeitserienvorgänge werden von @RISK die maximalen Wahrscheinlichkeitsschätzungen (MLEs) für die betreffenden Parameter verwendet, um die beste Übereinstimmung zwischen Zeitserienvorgang und Daten zu finden. Genau wie bei allen anderen MLE-Vorgängen kann @RISK auch hier nicht garantieren, dass diese Zeitserienvorgänge in jedem Fall Ihren Daten entsprechen. @RISK ist nur in der Lage, einen oder mehrere Vorgänge zu identifizieren, die wahrscheinlich am besten zu Ihren Daten passen. Sie müssen daher stets die @RISK-Ergebnisse quantitativ und qualitativ auswerten und sowohl die Vergleichsdiagramme als auch die Statistiken überprüfen, bevor Sie die Ergebnisse dann tatsächlich verwenden.

Es wird dann die Ranganordnung der Vorgänge (wobei die niedrigsten Werte die besten sind) sowie auch ein Echtzeit-Diagramm der Zeitserie angezeigt, und zwar mit Zukunftsprojektionen und Aussagewahrscheinlichkeitsbändern.



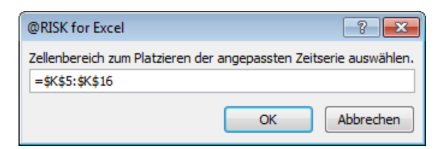
Synchronisierung umschalten

Über die Schaltfläche für **Synchronisierung umschalten** (dritte von links unten im Fenster) wird die Synchronisierung von **Erster Wert des Datensatzes** auf **Letzter Wert des Datensatzes** umgeschaltet. Es handelt sich hierbei um die Option **Anfangspunkt** im Dialogfeld **Anpassungs-Setup**. Das Umschalten ist recht nützlich, weil es mitunter einfacher ist, die Anpassung mit den Ursprungsdaten zu vergleichen, wenn sie überlagert sind und nicht sequentiell grafisch dargestellt werden.



In Zellen schreiben

Um Zukunftsprognosen zu erhalten, klicken Sie auf **In Zellen schreiben.** Dadurch wird ein Dialogfeld eingeblendet, in das Sie einen Bereich mit beliebig vielen Zellen eingeben können, für die Sie Prognosen haben möchten.



Es wird dann eine *Matrix-Formel* in diese Zellen eingegeben, die eine Funktion, wie z. B. RiskARCH1, enthält. Diese Ergebnisse sind in Echtzeit, genau wie z. B. bei Zellen mit einer RiskNormal-Funktion, aber die Zellen ändern sich gruppenweise, da es sich um eine Matrix-Formel handelt.

Hinweis: Wenn Sie transformierte Daten anpassen, erhalten Sie die Zukunftsprognosen automatisch ohne Transformation.

Befehl „Stapelanpassung“

Dieser Befehl ermöglicht Ihnen, mehrere Zeitserien gleichzeitig anzupassen und die zugehörigen Korrelationen zu schätzen.

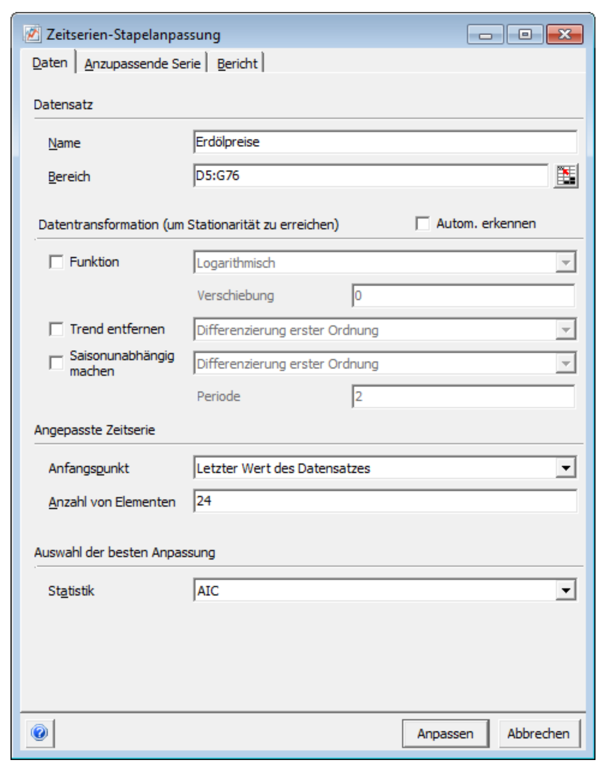
@RISK gibt Ihnen mit **Stapelanpassung** die Möglichkeit, die Zeitserienvorgänge mehrerer Zeitserien gleichzeitig anzupassen. Das hat gegenüber dem **Anpassungs**-Tool, das auf jede Zeitserie einzeln angewendet wird, zwei Vorteile. Erst einmal ist die Stapelanpassung schneller. Sie brauchen die verschiedenen Schritte nur einmal auszuführen, anstelle von einmal pro Zeitserie. Zweitens können mittels Stapelanpassung die Korrelationen unter den Zeitserien geschätzt und für Zukunftsprognosen verwendet werden. Das ist besonders bei Zeitserien von Nutzen, die gewöhnlich am gleichen Strang ziehen, wie z. B. Rohstoffpreise für Ölprodukte.

Für die @RISK-Zeitserien-Stapelanpassung sind vier Schritte erforderlich:

1) **Definition der Eingabedaten**
2) **Angabe der anzupassenden Vorgänge**
3) **Überprüfung der Berichtseinstellungen**
4) **Ausführung der Anpassung und Auswertung der Ergebnisse**

Schritt 1: Definition der Eingabedaten

Wählen Sie irgendeine anzupassende Zelle im Zeitseriendatensatz aus. Wählen Sie anschließend in der Dropdown-Liste **Zeitserien** die Option **Stapelanpassung**, um das folgende Dialogfeld einzublenden, in dem die Registerkarte **Daten** zu sehen ist.



Name, Bereich

Es wird der Datenbereich (einschließlich der ganz oben zu sehenden Variablennamen) angezeigt. Nötigenfalls können Sie diesen Bereich ändern und dem Datensatz einen aussagefähigen Namen geben. Beachten Sie, das ein im Datensatz verfügbares Datum stets in den empfohlenen Bereich mit einbezogen wird. Sie sollten daher den Bereich ändern, damit die Datums-Variable *nicht* mit einbezogen wird. (Es ist aber auch möglich, die Datums-Variable durch eine leere Spalte von den übrigen Daten zu trennen.)

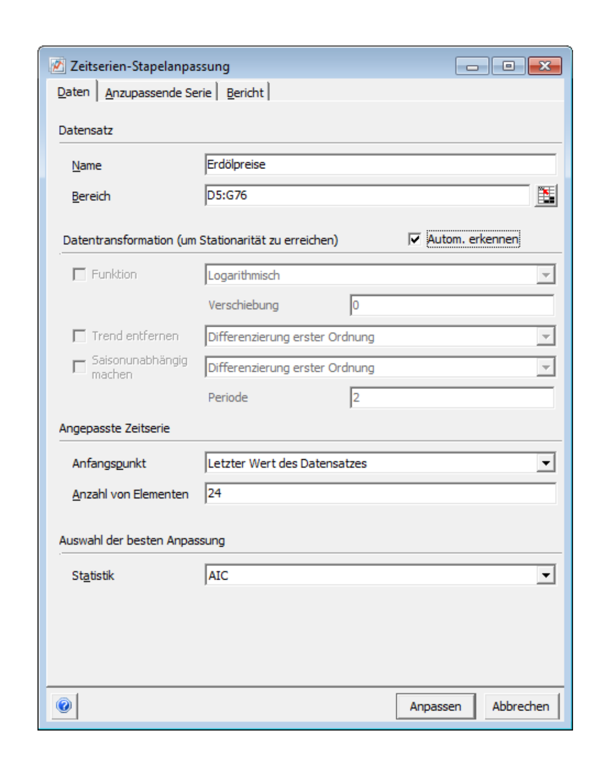
Bei Datenanforderungen für Werteprobendaten ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Die Proben müssen aus mindestens 6 Datenwerten für jede Zeitserie bestehen.
- Alle Werteproben sollten in den Bereich -1E+37 <= x <= +1E+37 fallen.
- Es dürfen keine Daten fehlen.

Datentransformation

Beim Anpassungsvorgang wird davon ausgegangen, dass jede Zeitserie stationär ist. Es wird beispielsweise angenommen, dass Mittelwert und Standardabweichung einer jeden Zeitserie immer gleichbleiben. Wenn Sie auf **Autom. erkennen** klicken, sucht @RISK automatisch nach Datentransformationen, um Stationarität zu generieren. Es geht dabei u. a. um Logarithmen, erste Differenzen und saisonbedingte Differenzen. Sie können **Autom. erkennen** aber auch einfach ignorieren und nur die gewünschten Transformationsoptionen wählen. Sobald die Serie transformiert ist, wird sie durch die verschiedenen Zeitserienvorgänge entsprechend angepasst. Hinweis: Bei Auswahl einer Transformation wird jede Serie auf gleiche Weise transformiert, z. B. durch Differenzierung erster Ordnung.

Bei der Funktion **Autom. erkennen** wird ein Satz von heuristischen Methoden dazu verwendet, gute Vermutungen in Bezug auf Transformationen zu ermitteln, die vor Anpassung auf Ihre Daten anzuwenden sind. Es ist jedoch auch möglich, dass Sie genügend Einzelheiten über Ihre Daten wissen, sodass keine Vermutungen erforderlich sind. Wenn es sich bei Ihnen Daten beispielsweise um Aktienpreise handelt, sollte das Protokoll sehr wahrscheinlich durch einfache Differenzierung transformiert werden (wobei natürlich auch der Aufzinsungsfaktor berücksichtig werden muss). Es spielt in diesem Fall keine Rolle, dass dies vielleicht nicht der durch **Autom. erkennen** vorgeschlagene Transformationssatz ist.


Zeitserien-Stapelanpassung
Daten
Anzupassende Serie
Bericht
Datensatz
Name
Erdölpreise
Bereich
D5:G76
Datentransformation (um Stationarität zu erreichen)
Autom. erkennen
Funktion
Logarithmisch
Verschiebung
0
Trend entfernen
Differenzierung erster Ordnung
Saisonunabhängig machen
Differenzierung erster Ordnung
Periode
2
Angepasste Zeitserie
Anfangspunkt
Letzter Wert des Datensatzes
Anzahl von Elementen
24
Auswahl der besten Anpassung
Statistik
AIC
Anpassen
Abbrechen

Funktion, Shift

Die Option **Funktion** ermöglicht Ihnen, die logarithmische oder Quadratwurzel-Transformation zu wählen. Da Logarithmen positive und Quadratwurzeln natürliche Zahlen erfordern, können Sie einen **Shift**-Wert (d. h., eine zusätzliche Konstante) eingeben, um ungültige Werte zu vermeiden.

Trend entfernen

Die Option **Trend entfernen** ermöglicht Ihnen, die *Differenzierung erster Ordnung* oder *Differenzierung zweiter Ordnung* zu wählen. Bei Differenzen erster Ordnung handelt es sich um Differenzen zwischen aufeinander folgenden Werten. Bei Differenzen zweiter Ordnung handelt es sich um Differenzen zwischen aufeinander folgenden Differenzen erster Ordnung.

Saisonunabhängig machen, Periode

Falls Sie mit saisonabhängigen Daten arbeiten, können Sie die Option **Saisonunabhängig machen** wählen. Zu diesem Zweck sind drei Optionen verfügbar: *Differenzierung erster Ordnung, Differenzierung zweiter Ordnung* und *Zusatz*. Sie sollten auch eine **Periode** eingeben, z. B. **4** für vierteljährliche Daten. Hinweis: **Autom. erkennen** sucht auf komplizierte Weise nach Saisonabhängigkeit (d. h., durch Spektralanalyse). Mit anderen Worten, selbst wenn Ihre Daten z. B. monatlich sind, empfiehlt diese Funktion evtl. eine andere Periode. Jedenfalls handelt es sich bei Differenzen erster Ordnung um Differenzen zwischen Beobachtungen, die die Länge einer Periode voneinander entfernt wahrgenommen wurden. Differenzen zweiter Ordnung sind Differenzen zwischen aufeinander folgenden Differenzen erster Ordnung und Zusatz bedeutet, dass jeder Beobachtung ein saisonbedingter Index hinzugefügt wird.

Anfangspunkt

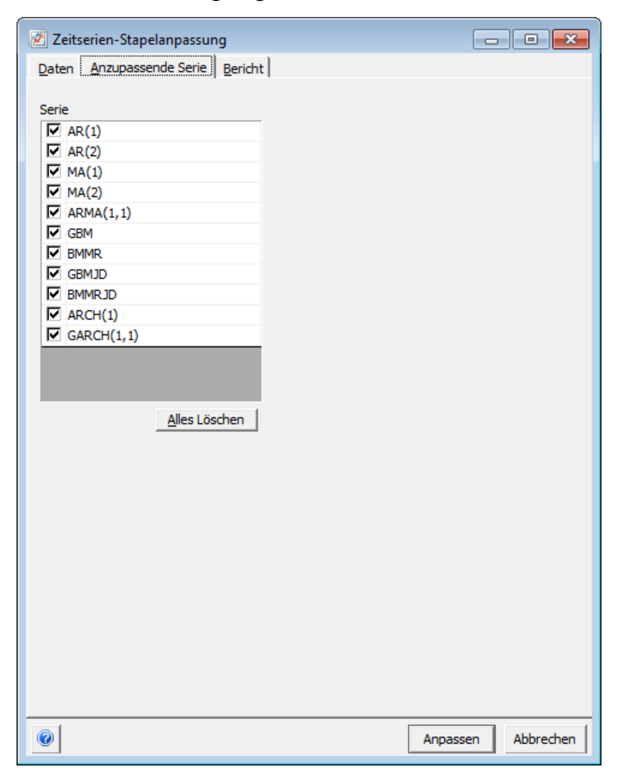
Wenn Sie einem Zeitserienvorgang irgendwelche Daten anpassen, erfordert die angepasste Funktion einen Anfangspunkt. Falls die angepasste Zeitserienfunktion zur Schätzung zukünftiger Werte verwendet wird, ist es gewöhnlich zu empfehlen, den letzten Wert der Verlaufsdaten als Anfangspunkt für die Prognose zu verwenden. Zu diesem Zweck sollten Sie aus der Dropdown-Liste **Anfangspunkt** den Eintrag *Letzter Wert des Datensatzes* wählen. Wenn Sie die Prognose dagegen mit dem ersten Verlaufswert gestartet werden soll, müssen Sie *Erster Wert des Datensatzes* wählen.

Statistik

Aus der Dropdown-Liste **Statistik** können Sie entweder *AIC* oder *BIC* wählen. Bei diesen beiden Optionen handelt es sich um gute Kriterien zum Messen der Anpassungsgüte für Ihre Daten.

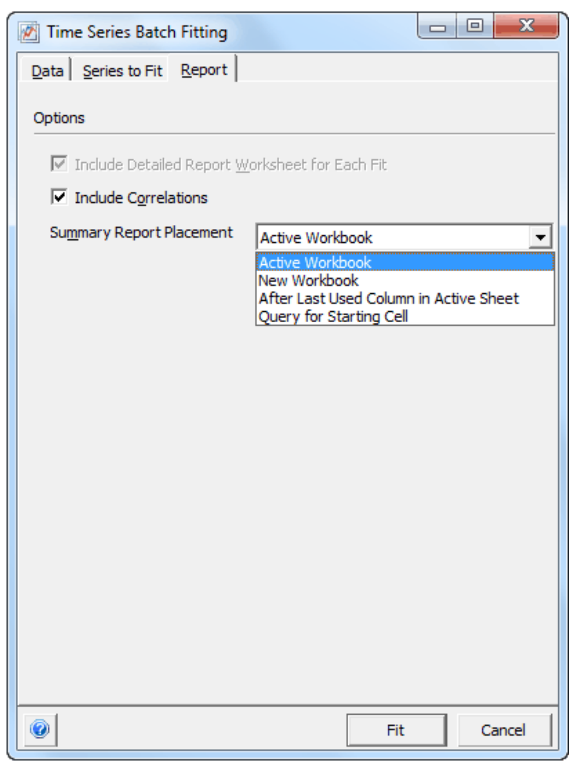
Schritt 2: Angabe der anzupassenden Vorgänge

Währen Sie im Dialogfeld **Zeitserienanpassung** die Registerkarte **Anzupassende Serie**. Sie sehen dann die gleichen Diagramme wie zuvor, und zwar zusammen mit einer Liste von Zeitserienvorgängen, denen Sie möglicherweise Ihre Daten anpassen können. Diese Vorgänge schließen ARMA (auto-regressiv, gleitender Durchschnitt), GBM (geometrische Brownsche Bewegung) nebst Variationen und ARCH (auto-regressive, bedingt heteroskedastische Zeitserie) nebst Variationen mit ein. Einige dieser Zeitserienvorgänge könnten evtl. aus Kontextgründen deaktiviert sein. Sie können beliebig viele dieser aufgelisteten Zeitserienvorgänge aktivieren oder deaktivieren.



Schritt 3: Überprüfung der Berichtseinstellungen

Klicken Sie auf die Registerkarte **Bericht**, um folgendes Dialogfeld anzuzeigen. In diesem Dialogfeld können Sie eine der vier gezeigten Berichtsplatzierungen wählen. Wenn Sie außerdem die Option **Korrelationen einbeziehen** aktivieren, werden alle Korrelationen unter den Zeitserien geschätzt und in die Formeln für Zukunftsprognosen mit einbezogen.



Schritt 4: Ausführung der Anpassung und Auswertung der Ergebnisse

Klicken Sie auf **Anpassen**, um die Anpassung auszuführen. Für jeden der beim vorherigen Schritt genannten Zeitserienvorgänge werden von @RISK die maximalen Wahrscheinlichkeitsschätzungen (MLEs) für die betreffenden Parameter verwendet, um die beste Übereinstimmung zwischen Zeitserienvorgang und Daten zu finden. Genau wie bei allen anderen MLE-Vorgängen kann @RISK auch hier nicht garantieren, dass diese Zeitserienvorgänge in jedem Fall Ihren Daten entsprechen. @RISK ist nur in der Lage, einen oder mehrere Vorgänge zu identifizieren, die wahrscheinlich am besten zu Ihren Daten passen. Sie müssen daher stets die @RISK-Ergebnisse quantitativ und qualitativ auswerten und sowohl die Vergleichsdiagramme als auch die Statistiken überprüfen, bevor Sie die Ergebnisse dann tatsächlich verwenden.

Zeitserien-Anpassungs-übersichtsblatt

Eine Ergebnisübersicht ist auf einem Zeitserien-Anpassungsübersichtsblatt zu sehen. Dieses Übersichtsblatt enthält auch eine Matrix-Formel des bestpassenden Vorgangs für jede Serie und, falls benötigt, eine entsprechende Korrelationstabelle. Es ist zu beachten, dass unterschiedliche Zeitserien vielleicht auch am besten durch unterschiedliche Vorgänge angepasst werden können. ARCH1 ergibt z. B. vielleicht die beste Anpassung für die erste Serie, während MA1 unter Umständen die beste Anpassung für die zweite Serie sein könnte. Die unterhalb der einzelnen Diagramme befindlichen Matrix-Formeln sind Echtzeitformeln und enthalten die RiskCorrmat-Funktionen für die Korrelationen, falls diese benötigt werden. Diese Matrix-Formeln können (falls von Ihnen gewünscht) in Ihrer Arbeitsmappe als Gruppe an eine andere Stelle kopiert werden. Hinweis: Wenn Sie transformierte Daten anpassen, erhalten Sie die Zukunftsprognosen automatisch ohne Transformation.

Name	Rohöl	Benzin	Heizöl	Propan
Bereich	Daten!D5:D76	Daten!E5:E76	Daten!F5:F76	Daten!G5:G76
Bestpassend (rangmäßig a	RiskAR2(78,328;7,2306;1,28	RiskAR2(2,1193;0,24402;1,1	RiskAR2(2,1962;0,2102;1,23	RiskAR2(1,1747;0,12293;1,0
AIC	506,8105	8,2247	-14,0384	-90,8014
Diagramm				
Funktion	85,33136232	2,722581828	2,943593168	1,532858375
	83,11269417	2,582001563	2,836286702	1,483006723
	81,6924826	2,470327138	2,736896133	1,437695198
	80,74955966	2,384193731	2,649983757	1,39847921

Korrelationsschritte	Rohöl Umgeformt	Benzin Umgeformt	Heizöl Umgeformt	Propan Umgeformt
Rohöl (Umgeformt)	1,000			
Benzin (Umgeformt)	0,920	1,000		
Heizöl (Umgeformt)	0,964	0,935	1,000	
Propan (Umgeformt)	0,904	0,907	0,935	1,000

Einzelne Berichtsblätter

Die Ergebnisse enthalten auch je ein Blatt für jede einzelne Zeitserie. Dieses Blatt bezieht die geschätzten Parameter für jeden Vorgang sowie auch die Rangordnung der Vorgänge in den AIC- und BIC-Anpassungsgütekriterien mit ein.

Typ	AR1	AR2	ARCH
Funktion	RiskAR1(78,328;7,8832;0,91	RiskAR2(78,328;7,2306;1,28	RiskARCH1(78,328;52,96;0,8
Datentransformation	AutoDetect	AutoDetect	AutoDetect
Funktion	Kein(e)	Kein(e)	Kein(e)
Verschiebung	0	0	0
Trend entfernen	Kein(e)	Kein(e)	Kein(e)
Saisonunabhängig mache	Kein(e)	Kein(e)	Kein(e)
Saisonbedingte Periode	N/A	N/A	N/A
Akaike (AIC)-Rangordnung	#4	#1	#7
Akaike (AIC)-Anpassung	515,8945	506,8105	590,4229
Bayes'sche (BIC) Rangordn	#4	#1	#7
Bayes'sche (BIC) Anpassur	522,3716	515,3202	596,9
Parameter	3	4	3
#1-Parameter	Mu	Mu	Mu
Wert	783.275	783.275	783.275
#2-Parameter	Sigma	Sigma	Omega
Wert	788.319.208.742.561	723.058.035.853.221	529.604.926.971.717
#3-Parameter	A1	A1	A
Wert	0,919828205565813	128.628.138.203.464	0,856769893512256
#4-Parameter		A2	
Wert		-0,398393063238819	

Befehl „Definieren“

Dieser Befehl definiert einen im Simulationsmodell zu verwendenden Zeitserienvorgang.

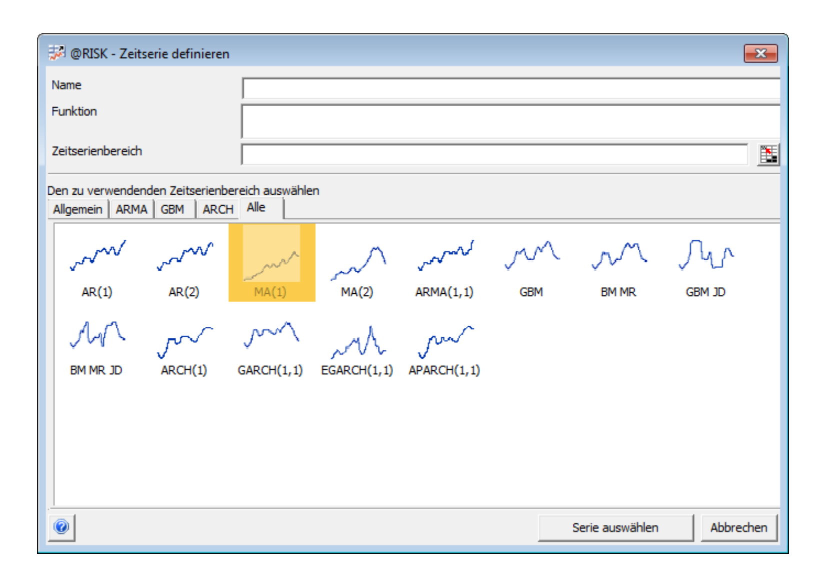
Falls Sie in einem @RISK-Simulationsmodell mit Zeitserien-Zufallswerten arbeiten möchten, können Sie dazu das Tool **Zeitserie definieren** verwenden. Im Gegensatz zu den Anpassungs-Tools erfordert dieses Tool Verlaufsdaten. Sie wählen einfach einen der verfügbaren Zeitserienvorgänge nebst Parametern, um diesen in Ihr @RISK-Simulationsmodell mit einzubeziehen.

Zur Verwendung des Tools **Definieren** sind drei Schritte erforderlich:

1) **Wählen Sie einen Zeitserienvorgang**
2) **Geben Sie die Parameter für den Vorgang an**
3) **Wählen Sie den Bereich für die simulierten Daten**

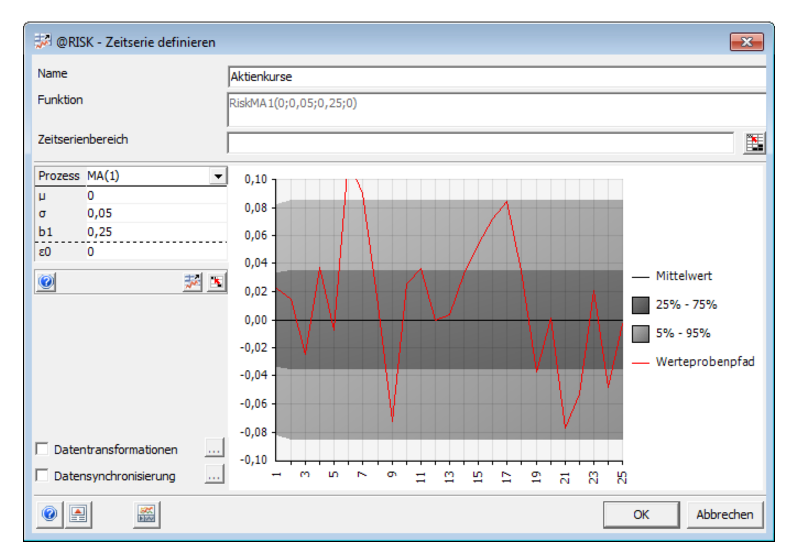
Schritt 1: Wählen Sie einen Zeitserienvorgang

Wählen Sie in der Dropdown-Liste **Zeitserien** die Option **Definieren**, um eine Auflistung der Zeitserienvorgänge zu sehen. Wählen Sie anschließend den gewünschten Vorgang und klicken Sie dann auf **Serie auswählen**.



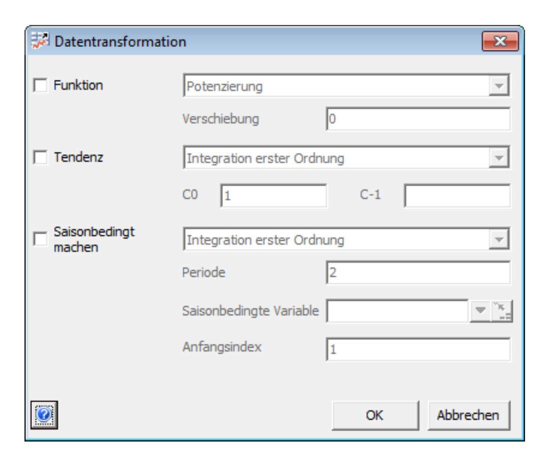
Schritt 2: Wählen Sie die Parameter für den Vorgang

Geben Sie die Parameter für den ausgewählten Vorgang ein. Um mehr Informationen über diese Parameter zu erhalten, gehen Sie mit dem Mauszeiger über eine der links befindlichen Bezeichnungen. Alternativ können Sie aber auch in der @RISK-Hilfe unter Zeitserienfunktionen nachsehen.



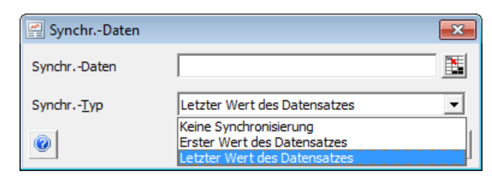
Datentrans-formationen

Wenn Sie die Option **Datentransformationen** aktivieren, können Sie eine Anzahl von möglichen Transformationen auf die Zeitserien anwenden.



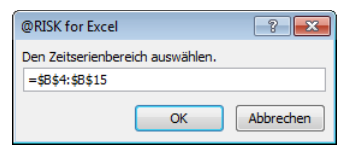
Datensynchronisierung

Wenn Sie in Ihrem Arbeitsblatt die simulierten Daten den Verlaufsdaten gemäß synchronisieren möchten, müssen Sie die Option **Datensynchronisierung** aktivieren. Wählen Sie in der Dropdown-Liste **Synchr.-Typ** einen Typ aus (wahrscheinlich *Letzter Wert des Datensatzes*) und geben Sie dann in das Feld **Synchr.-Daten** den Bereich für die Verlaufsdaten ein. Dadurch beginnen dann die simulierten Daten dort, wo die Verlaufsdaten aufgehört haben. (Die Initialisierungsparameter des Zeitserienvorgangs werden entsprechend modifiziert.)

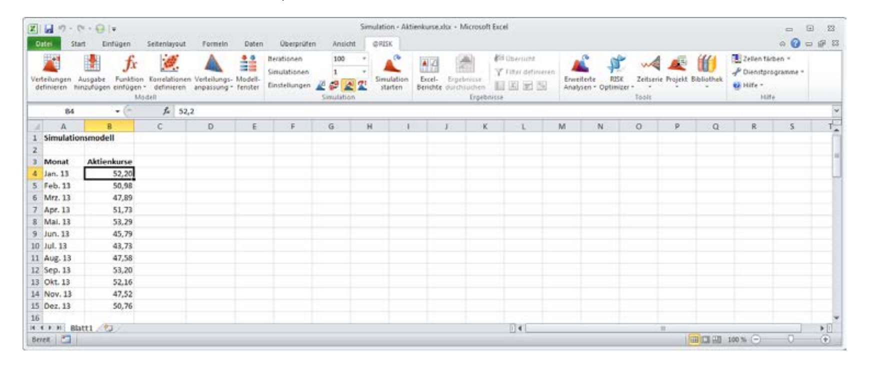


Schritt 2: Wählen Sie den Bereich für die simulierten Daten

Wählen Sie im Feld **Zeitserienbereich** den Bereich für die simulierten Daten aus.



Wenn Sie dann im Dialogfeld **Zeitserie definieren** auf OK klicken, wird in den ausgewählten Bereich eine Matrix-Formel eingegeben. Die Zufallsdaten verhalten sich genau wie die Zufallsdaten aus anderen @RISK-Verteilungsfunktionen, aber alle Zellen ändern sich jetzt gruppenweise, da die Matrix-Formel vorhanden ist. (Auch werden alle Werte wie gewöhnlich als Mittelwerte des Vorgangs angezeigt, sofern Sie die @RISK-Spielwürfelschaltfläche **Statische/Zufallsneuberechnung** in der Befehls- oder Symbolleiste nicht auf **Zufallsneuberechnung** umschalten oder eine @RISK-Simulation ausführen.)



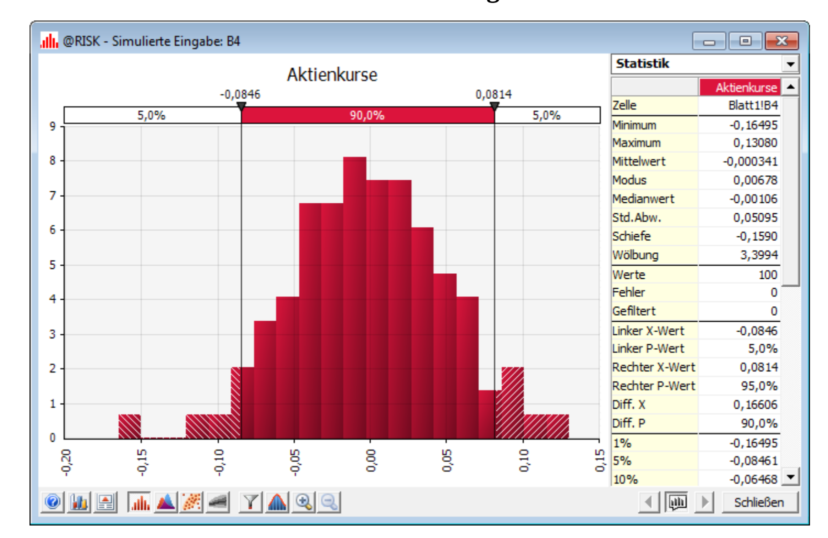
Befehl „Ergebnisse“

Anzeige der Ergebnisse einer simulierten Zeitserienfunktion

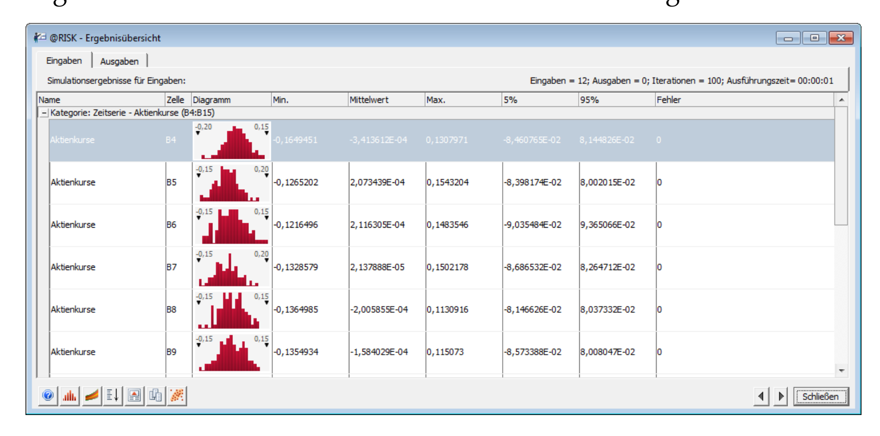
Wenn Sie das Tool **Definieren** verwenden, um eine Zeitserienfunkton in eine @RISK-Simulation einzubetten, können Sie die Simulationsergebnisse in den standardmäßigen @RISK-Ergebnisfenstern anzeigen lassen oder aber auch im Fenster **Zeitserienergebnisse.**

Standardmäßige @RISK-Ergebnisse

Wenn Sie die standardmäßigen @RISK-Ergebnisfenster verwenden, können die einzelnen Zeitserienelemente mithilfe von Tabellen und Diagrammen analysiert werden. Sie können beispielsweise eine Zeitserienzelle auswählen und dann auf **Ergebnisse durchsuchen** klicken.

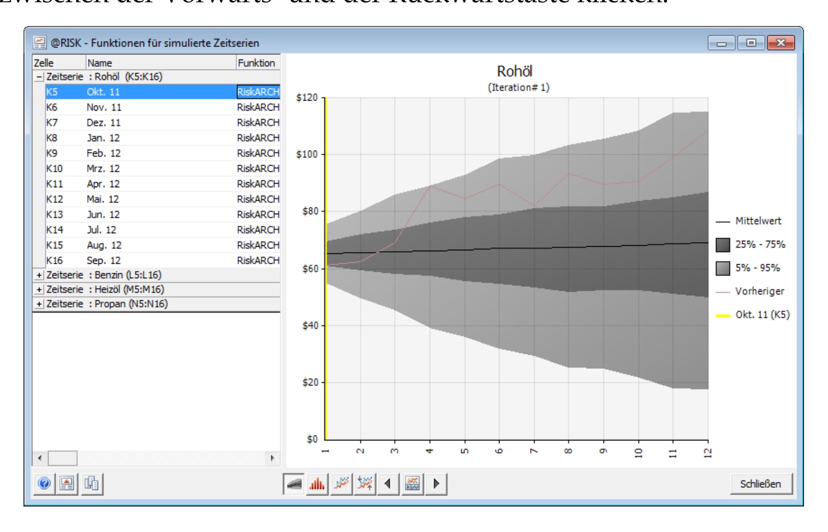


Sie können aber auch einfach auf Übersicht klicken, um die Ergebnisse aus den einzelnen Zeitserienzellen anzuzeigen.



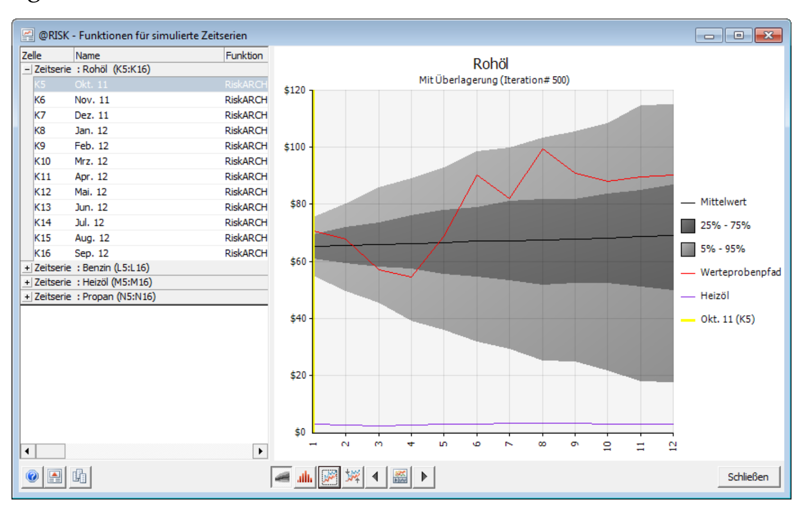
Zeitserien-ergebnisse

Das Fenster **Zeitserienergebnisse** gibt Ihnen einen Überblick über den gesamten Zeitserienvorgang. Um dieses Fester einzublenden, wählen Sie nach Ausführung der Simulation in der Dropdown-Liste **Zeitserien** die Option **Ergebnisse**. Wenn Sie dann unten im Fenster auf die Vorwärts- oder Rückwärtstaste klicken, werden nur die ausgewählten Iterationen angezeigt. Auch können Sie ein animiertes Diagramm der Iterationen anzeigen, indem Sie auf die Schaltfläche zwischen der Vorwärts- und der Rückwärtstaste klicken.



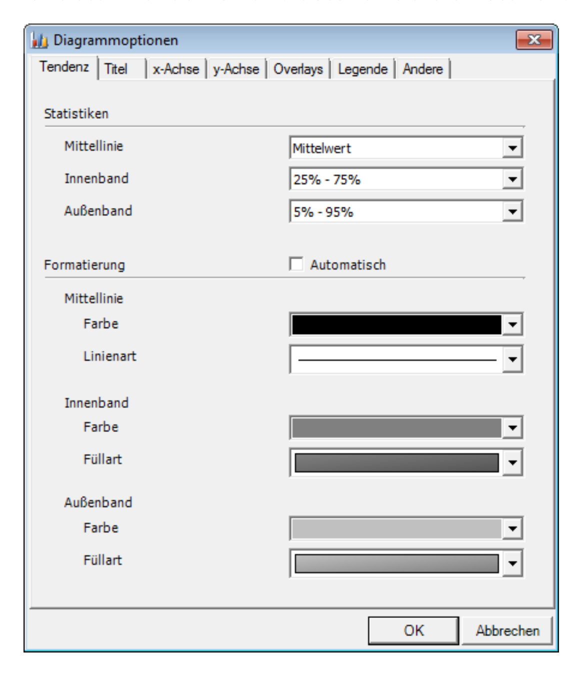
Überlagerung von Zeitserienergeb-nissen

Wenn Sie auf das Symbol für **Überlagerung** (dritte Schaltfläche von links) klicken, können dadurch Ergebnisse aus anderen simulierten Zeitserien überlagert werden. Über **Überlagerung der aktuellen Iteration neu skalieren** kann eine hinzugefügte Überlagerung neu skaliert und die zugehörige y-Skala normalisiert werden, damit im gleichen Diagramm ein Vergleich mit der ursprünglichen Zeitserie vorgenommen werden kann.



Diagrammoptionen für Zeitserien-diagramme

Indem Sie mit der rechten Maustaste auf das Diagramm klicken, kann das Dialogfeld **Diagrammoptionen** für Zeitseriendiagramme angezeigt werden. Die verfügbaren Optionen sind die gleichen, die auch für standardmäßige @RISK-Übersichtsdiagramme vorhanden sind. Sie haben die Möglichkeit, die in der Mitte gezeigte Statistik zu ändern und auch den Bereich der die Statistik umgebenden Perzentilbänder. Ebenfalls können Sie, falls gewünscht, die für die Bänder verwendeten Farben und Muster anders einstellen.



Zeitserienfunktionen

Genau wie das @RISK-Tool **Verteilung definieren** fügen auch die Zeitserien-Tools Ihrer Kalkulationstabelle weitere @RISK-Funktionen hinzu. Für jeden verfügbaren Zeitserienvorgang ist eine andere Funktion vorhanden, z. B. *RiskAR1(D, V, a1, Y0)*, *RiskMA1(D, V, b1, e0)* und *RiskGBM(D, V)*. Im Kapitel **@RISK-Funktionen** dieses Handbuchs ist eine komplette Beschreibung jeder verfügbaren Funktion vorhanden.

Die meisten @RISK-Eigenschaftsfunktionen (wie z. B. *RiskName*) können ohne weiteres den @RISK-Zeitserienfunktionen hinzugefügt werden, genauso wie das auch bei @RISK-Verteilungsfunktionen der Fall ist. Einige Eigenschaftsfunktionen, wie z. B. *RiskTruncate* und *RiskShift*, beziehen sich jedoch nur auf Verteilungsfunktionen, und werden daher in Zeitserienfunktionen einfach ignoriert. Außerdem sind auch mehrere Eigenschaftsfunktionen vorhanden, die sich speziell auf Zeitserienfunktionen beziehen und dazu verwendet werden, Eigenschaften für einen Zeitserienvorgang anzugeben. Durch die Eigenschaftsfunktion **RiskTSSeasonality** wird beispielsweise festgelegt, dass durch die betreffende Zeitserienfunktion die angegebene Saisonabhängigkeit auf das Vorgangsergebnis angewendet wird.

Bei den @RISK-Zeitserienfunktionen handelt es sich um **Matrix-Funktionen**, da durch diese Funktionen bei jeder Simulations-Iteration die ganze *Zellgruppe* geändert wird, in der sich Ihre Zeitserienprognose befindet. Für den gesamten Bereich einer Zeitserienprognose wird nur eine einzige Zeitserienfunktion verwendet. Genau wie bei anderen Matrix-Funktionen in Excel, können auch hier die Formeln für eine im Bereich befindliche Zelle nicht einzeln bearbeitet werden.

Um eine Zeitserienfunktion direkt in der Kalkulationstabelle bearbeiten zu können, müssen Sie den gesamten Prognosebereich auswählen, in dem sich die Matrix-Funktion befindet. Anschließend können Sie dann die Formel bearbeiten und danach auf <*Strg*><*Umschalt*><*Eingabe*> drücken, um die Formel einzugeben. Meistens ist das jedoch nicht erforderlich, da die Matrix-Funktionen durch die @RISK-Zeitserienbefehle **Anpassung, Stapelanpassung** und **Definieren** automatisch in den von Ihnen ausgewählten Bereich eingegeben werden.

Korrelation von Zeitserien

Es ist möglich, zwei oder mehr Zeitserienfunktionen zu korrelieren, und zwar über das @RISK-Fenster **Korrelationen definieren** (oder auch manuell unter Verwendung der *RiskCorrmat*-Eigenschaftsfunktionen), genauso wie das mit regulären @RISK-Verteilungsfunktionen gemacht werden könnte. Es muss jedoch unbedingt beachtet werden, dass eine Korrelation zwischen Zeitserien sich grundsätzlich von einer Korrelation zwischen standardmäßigen Verteilungen unterscheidet. Ein Korrelation zwischen zwei Zeitserienfunktionen bedeutet, dass bei jeder Iteration die durch die beiden Zeitserien zurückgegebene Wertegruppe den angegebenen Korrelations-Koeffizienten unterliegt. Bei der Korrelation zwischen zwei standardmäßigen @RISK-Verteilungsfunktionen ist jedoch die gesamte Simulation erforderlich, um diese Korrelation sichtbar zu machen.

Um zu verstehen, wie die Korrelation in @RISK implementiert wird, muss man darüber im Klaren sein, dass in Zeitserienmodellen der Wert zu einer gestimmten Zeit generiert wird, und zwar auf Basis von einem oder mehreren bekannten Werten aus vorherigen Zeitperioden plus einer zufällig verteilten Geräusch-Variablen. Es sind die Geräuschverteilungen, die dann den angegebenen Korrelationen Folge leisten.

Beachten Sie, dass die von Ihnen angegebenen Korrelationen immer auf das eigentliche stationäre Zeitserienmodell angewendet werden, bevor es zu irgendwelchen Transformationen (wie z. B. einer Potenzierung oder Integration) kommt. Meistens werden Sie wahrscheinlich Sätze von korrelierten Zeitserien mithilfe des Zeitserienbefehls **Stapelanpassung** erstellen, wodurch dann als Teil der Ausgabe eine Korrelations-Matrix generiert wird. Nachdem alle angegebenen Datentransformationen auf die einzelnen Serien angewendet worden sind, stellen die Koeffizienten in der Matrix dann die Korrelationen unter den Daten dar. Wenn Sie beispielsweise mit zwei Datenserien arbeiten, bei denen es sich um Aktienpreise handelt, wird gewöhnlich eine Protokolltransformierung und Differenzierung erster Ordnung vorgenommen, um die groben Werte in periodische Rendite zu konvertieren, bevor sie dann angepasst werden. Es sind diese Renditen (und nicht die groben Datenserien), für welche die Korrelations-Koeffizienten berechnet werden.

Bei einigen Zeitserienfunktionen, d. h. bei den so genannten regressiven Modellen, ist ein gewisses Gleichgewicht vorhanden, zu dem die Serie zurückgeholt wird, sobald nennenswerte Abweichungen von diesem Gleichgewicht auftreten. Wenn Sie zwei Zeitserien korrelieren, von denen sich eine oder auch beide anfangs außer Gleichgewicht befinden, wird die von Ihnen angegebene Korrelation zwischen den beiden Serien gleich zu Anfang der Prognose durch die Notwendigkeit überwältigt, sich wieder ins Gleichgewicht zu bringen. Oft werden Sie feststellen, dass die angegebenen Korrelationen erst nach einer gewissen „Einbrennperiode“ Tatsache werden, d. h. nachdem sie wieder ins Gleichgewicht gekommen sind. (Nebenbei bemerkt, dies bedeutet auch, dass Korrelationen für die BMMRJD-Zeitserie nur ungefähr vorgenommen werden können, da nach jedem „Sprung“ die notwendige „Erholung“ die von Ihnen angegebenen Korrelationen stark beeinflussen wird.)

Project

Risikoanalyse für Microsoft Project

Mithilfe des @RISK-Tools **Project** können Sie ein Projekt in Microsoft Excel importieren, das Projekt mit Ungewissheit versehen und dann die Ergebnisse mittels Diagrammen, Berichten und der @RISK-Schnittstelle für Excel anzeigen.

@RISK ermöglicht Ihnen, @RISK und Excel voll für Microsoft Project-Projekte zu nutzen, d. h. einschließlich aller Verteilungsfunktionen und Korrelationsfähigkeiten. Sie brauchen nur die unbestimmten Elemente in einem Projekt definieren und die Ausgaben zu wählen. Alles andere wird durch @RISK erledigt!

Warum Ungewissheit in ein Projekt einführen?

Angenommen Sie planen ein großes Projekt, das vielleicht ein Jahr oder mehr in Anspruch nehmen könnte. Es wird sicherlich nicht alles sofort glatt gehen, aber mit @RISK für Excel können informierte Entscheidungen getroffen werden, indem Sie hochriskante Elemente, wie z. B. Lernprozesse, Inflation, Wetter usw., richtig erkennen. Sie können auf diese Weise nicht nur das höchstwahrscheinliche Enddatum für das Projekt, sondern auch das Enddatum im besten oder schlimmsten Fall berechnen. Und wie sieht es mit der Anzeige der ungewissen Kosten, Projektdauer oder wichtigen Indizes aus? Das ist ebenfalls kein Problem! Wählen Sie einfach im Project-Programm irgendeine Aufgabe oder ein Ressourcen-Feld als Ausgabe für Ihre @RISK-Simulation. Das Ergebnis ist dann eine bessere Entscheidungsfindung, die durch komplette Statistikanalyse und Berichte sowie Diagramme in Darstellungsqualität unterstützt wird.

Modellierfunktionen

@RISK für Excel ermöglicht Ihnen, Projekte zu simulieren, und zwar durch einen einzigartigen Link zwischen Microsoft Excel und Microsoft Project. Durch @RISK wird eine MPP-Datei aus Microsoft Project in Excel „importiert", wo diese Datei mit Excel-Formeln und @RISK-Verteilungen erweitert werden kann. Eine Excel-Arbeitsmappe kann als neue „Ansicht" Ihres Projekts dienen und enthält sogar a Gantt-Diagramm, ähnlich dem in Microsoft Project zu sehenden.

Sobald Sie sich Excel befinden, können Änderungen an der Projektablaufsplanung vorgenommen und sachdienliche Daten und Kosten in der Planung aktualisiert werden. Das wird durch Verknüpfung der in Excel zu sehenden Projektwerte mit den sachdienlichen Aufgaben und Feldern in Microsoft Project erreicht. Hinter den Kulissen werden die geänderten Excel-Werte durch @RISK an Microsoft Project zur Neuberechnung weitergegeben und anschließend die neuberechneten Werte wieder an Excel zurückgegeben. Alle Planungsberechnungen werden in Microsoft Project vorgenommen, aber die Ergebnisse aus diesen Berechnungen sind dann in Excel zu sehen.

@RISK ermöglicht einen viel größeren Umfang an Modellierfähigkeiten als ausschließlich in Microsoft Project verfügbar ist. Excel-Formeln können beispielsweise für die Berechnung von Werten verwendet werden, die dann an Microsoft Project weitergegeben werden. Eine Formel in einer Projektaufgaben- oder Ressourcenfeld-Zelle kann entweder eine @RISK-Verteilungsfunktion oder eine Excel-Funktion enthalten. Dadurch wird dann ein Wert in Excel berechnet. Der berechnete Wert wird anschließend an Microsoft Project zur Berechnung der Ablaufsplanung weitergegeben. Alternativ kann in Formeln in anderen Excel-Zellen auf aus Microsoft Project zurückgegebene Werte (wie z. B. auf eine Kostenberechnung) Bezug genommen werden.

Der gesamte Bereich der Modellier- und Berichtsfähigkeiten aus @RISK für Excel steht zur Projektplanung zur Verfügung. Das schließt u. a. auch alle Wahrscheinlichkeits-Verteilungsfunktionen, Korrelationen, Alternativparameter und Empfindlichkeitsanalysen mit ein. Benutzer sollten sich mit @RISK für Excel nebst Excel-Kalkulationstabellen vertraut machen, bevor sie @RISK für die Projektplanung verwenden.

@RISK bietet u. a. folgende zusätzlichen Modellierfähigkeiten, die sich auf die Projektplanung beziehen:

- **Risikokategorien** – ermöglichen die Anwendung von gewöhnlichen Risikodefinitionen auf Kategorien oder Aufgabegruppen, wie z. B. die Zeitdauer aller Testaufgaben
- **Parametereingabetabellen** – sind in Excel eingerichtete Tabellen, die die mühelose Eingabe von Parametern ermöglichen
- **Wahrscheinlichkeitsverzweigung** – bezieht sich auf die Verzweigung unter Aufgaben, die sich während einer Simulation je nach eingegebenen Wahrscheinlichkeiten ändern kann

- **Wahrscheinlichkeitskalender** – beziehen sich auf die Arbeits- und betriebslosen Perioden, die sich je nach eingegebenen Wahrscheinlichkeiten ändern können

@RISK bietet u. a. folgende zusätzlichen Berichterstellungsfähigkeiten, die sich auf die Projektplanung beziehen:

- **Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm** – zeigt die für die Aufgabe wichtigen Indexe sowie den wahrscheinlichen Start- und Endtermin
- **Zeitskalierter Datenbericht** – zeigt die Wahrscheinlichkeitsinformationen für zeitskalierte Projektdaten, wie z, B. für Kosten pro Zeitperiode

Bei Verwendung von @RISK für die Projektplanung sind oft Datumswerte in Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen erforderlich. Vielleicht möchten Sie z. B. eine Funktion verwenden, durch die ein ungewisses Startdatum für eine Aufgabe oder ein Projekt beschrieben wird. Weitere Informationen über die Verwendung von Datumswerten in @RISK-Funktionen finden Sie in diesem Handbuch unter **Datumswerte in @RISK-Funktionen** im Kapitel **@RISK: Funktionen**.

Kompatibilität mit früheren @RISK-Versionen für Project

Projekte, für die Version 4 (oder eine frühere Version) von @RISK für Project verwendet wurde, werden durch die Projektfähigkeiten von @RISK für Excel unterstützt. Wenn ein Projekt, für das eine frühere Version von @RISK für Project verwendet wurde, in @RISK für Excel importiert wird, werden die @RISK-Elemente dieses Projekts in die passende Form für @RISK für Excel konvertiert. Verteilungen aus der Spalte **@RISK: Funktionen** im Projekt werden den Excel-Verteilungsfunktionen entsprechend abgeändert. Globale Variablen, Korrelationen, Wahrscheinlichkeitsverzweigung und andere Funktionen, die sich speziell auf Version 4 von @RISK für Project beziehen, werden auf ähnliche Weise konvertiert.

Im Gegensatz zu früheren Versionen von @RISK für Project nimmt @RISK für Excel beim Erstellen und Ausführen von Risikomodellen keine Änderungen an der MPP-Datei des Projekts vor. Alle Informationen werden in der mit der MPP-Datei verknüpften Excel-Arbeitsmappe gespeichert.

Systemanforderungen

Um die aus Microsoft Project stammenden Simulationsfähigkeiten in @RISK für Excel verwenden zu können, muss Version 2003 von Microsoft Project auf Ihrem Computer installiert sein. Auch muss Ihr System allen anderen standardmäßigen @RISK für Excel-Anforderungen entsprechen. Die 64-Bit-Version von Microsoft Project wird durch die entsprechenden Simulationsfähigkeiten in @RISK für Excel nicht unterstützt.

Simulationsgeschwindigkeit

@RISK bietet zwei Simulationssysteme, um bei Simulation von Projekten die schnellstmögliche Simulationsgeschwindigkeit zu erreichen. Das **Beschleunigt**-**System** kann für die meisten Modelle verwendet werden und bietet die schnellsten Simulationen. Das **Standardsystem** ist etwas langsamer, unterstützt aber Verteilungen und Ausgaben für sämtliche Felder im Projekt. @RISK erkennt automatisch, welches System für Ihr Projekt am besten verwendet werden sollte.

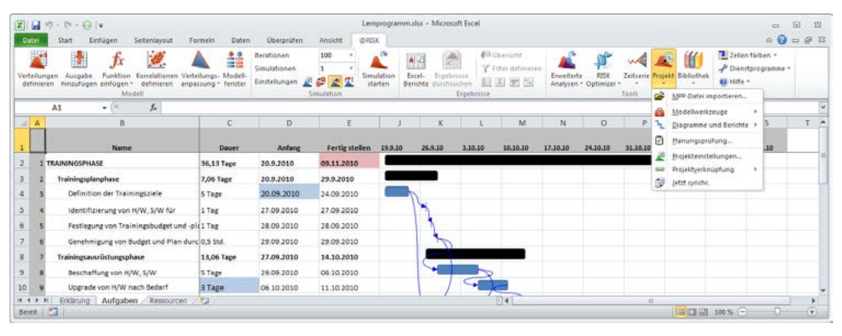
In Microsoft Project ist jetzt die Geschwindigkeit bei Neuberechnungen geändert worden und das wirkt sich auf die Ausführungszeiten von @RISK-Simulationen aus, für die das **Standardsystem** verwendet wird. Neuberechnungen können am schnellsten in Microsoft Project 2003 ausgeführt werden und in Microsoft Project 2007 dauert es am längsten. Microsoft Project 2010 ist schneller als 2007, aber trotzdem noch erheblich langsamer als Microsoft Project 2003. Bei umfangreichen Projekten, bei denen die Länge der Simulation eine Rolle spielt, sollten Sie die Simulation möglichst mittels **Beschleunigt-System** ausführen. Falls irgendwie das **Standardsystem** verwendet werden muss, sollten Sie die schnellstmögliche Hardware-Konfiguration in Microsoft Project 2003 verwenden.

Verwendung von @RISK bei der Projektablaufsplanung

Einführung

@RISK für Excel ermöglicht Ihnen, Projekte zu simulieren, und zwar durch einen besonderen Link zwischen Microsoft Excel und Microsoft Project. Mithilfe von @RISK wird ein in einer MPP-Datei enthaltendes Projekt aus Microsoft Project in Excel „importiert“, wo diese Datei dann durch Excel-Formeln und @RISK-Verteilungen erweitert werden kann. Die Excel-Arbeitsmappe kann als neue „Ansicht“ Ihres Projekts dienen und enthält sogar a Gantt-Diagramm, ähnlich dem in Microsoft Project befindlichen Diagramm.

Wird @RISK für Excel bei der Projektplanung verwendet, wird in Excel 2007 oder höher der @RISK-Befehlsleiste das neue Menü **Projekt** hinzugefügt (oder in Excel 2003 der @RISK-Symbolleiste). Über die Befehle in diesem Menü können Sie u. a. MPP-Dateien in Excel importieren, auf Microsoft Project bezogene Modellier-Tools zugreifen und auch Berichte erstellen.



@RISK für Excel kennen lernen

Mit Ausnahme des Menüs **Projekt** kann @RISK für Excel bei der Projektablaufsplanung praktisch genauso eingesetzt werden, wie das bei standardmäßigen Excel-Kalkulationstabellen der Fall ist. Sofern Sie mit @RISK für Excel gut vertraut sind, wissen Sie bereits fast alles, was zum Ausführen einer Risikoanalyse oder eines Projekts erforderlich ist. Wenn Sie jedoch mit @RISK für Excel noch nicht vertraut sind, sollten Sie dies jetzt erst einmal nachholen. Sehen Sie sich die Lernprogramme und das Handbuch für @RISK für Excel einmal genauer an. Was Sie dadurch in Erfahrung bringen, wird es Ihnen erleichtern, das Risiko in Ihren Projekten zu modellieren.

Falls Sie nicht gerade mit einem Projekt beschäftigt sind, können Sie @RISK für Excel auch so verwenden, wie das Programm normalerweise in Excel-Kalkulationstabellen eingesetzt wird. Die Befehle im Menü **Projekt** sind nur dann verfügbar, wenn Sie ein Projekt importieren oder eine Arbeitsmappe öffnen, die ein gespeichertes Projekt enthält.

Im @RISK-Verzeichnis sind im Ordner **Projektbeispiele** mehrere als Beispiel gegebene Kalkulationstabellen vorhanden, durch die verschiedene Aspekte darüber gegeben werden, wie @RISK für Projekte am besten eingesetzt werden kann. Jede dieser Tabellen ist mit einer MPP-Datei verknüpft, die automatisch in Microsoft Project geöffnet wird, sobald Sie das betreffende Beispiel verwenden. Sehen Sie sich diese Beispiele einmal genauer an, um mehr darüber zu erfahren, wie @RISK zusammen mit Microsoft Project am besten verwendet werden kann.

Funktion von Microsoft Project in @RISK für Excel

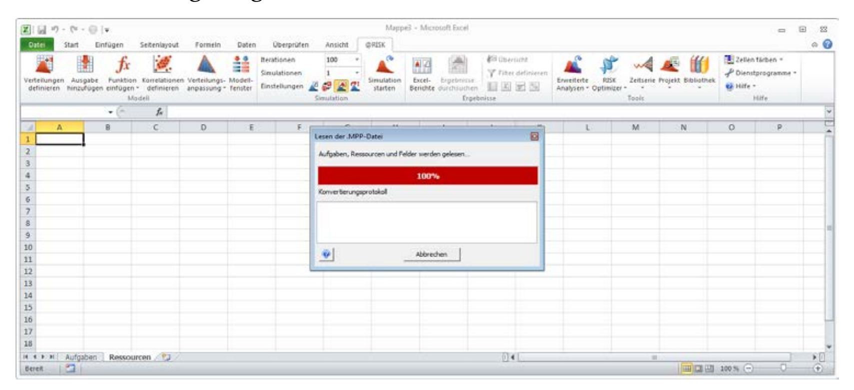
Wenn Sie @RISK für Excel in Verbindung mit einem Projekt verwenden, wird gleichzeitig auch Microsoft Project ausgeführt. Das Projekt, an dem Sie in Excel arbeiten, ist ebenfalls in Microsoft Project geöffnet, da Microsoft Project von @RISK dazu verwendet wird, Neuberechnungen für die Ablaufsplanung auszuführen

In der Excel-Ansicht des Projekts können Änderungen in Bezug auf Projektablaufsplanung vorgenommen werden. Außerdem werden alle in Excel gezeigten relevanten Datumswerte und Planungskosten aktualisiert, sobald Sie Excel dem Projekt gemäß synchronisieren. Durch @RISK werden die in Excel angezeigten Projektwerte mit den sachdienlichen Aufgaben und Feldern in Microsoft Project verknüpft. Hinter den Kulissen werden die geänderten Excel-Werte durch @RISK zur Neuberechnung an Microsoft Project weitergegeben und anschließend die neuberechneten Werte wieder an Excel zurückgegeben. Alle Ablaufsplanungsberechnungen werden in Microsoft Project vorgenommen, aber die Ergebnisse aus diesen Berechnungen sind dann in Excel verfügbar.

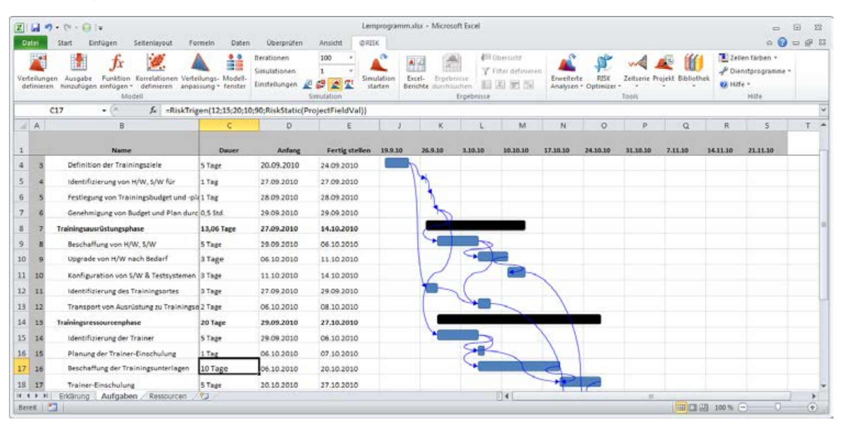
Sie können Ihr Projekt in Microsoft Project anzeigen und ändern, während Sie gleichzeitig in @RISK arbeiten. Falls Sie Änderungen vornehmen, die sich auf die in Excel gezeigten Angaben auswirken, können diese Änderungen in @RISK entsprechend synchronisiert werden, indem Sie in @RISK im Menü **Projekt** den Befehl **Jetzt synchr.** wählen.

Importieren eines Projekts in Excel

Um ein Risikomodell für ein Projekt zu erstellen, müssen Sie erst einmal die MPP-Datei des Projekts öffnen und in Excel importieren. Wählen Sie den Befehl **MPP-Datei importieren** und dann das Projekt, das in Excel angezeigt werden soll.



Beim Importieren einer MPP-Datei in Excel öffnet @RISK zuerst das gewählte Projekt in Microsoft Project, um Aufgabe, Ressource und Feldwerte aus dem Projekt zu lesen. Anschließend werden dann ein oder mehrere Excel-Arbeitsblätter erstellt, wodurch in Excel eine Ansicht Ihres Projekts zu sehen ist. Für die Aufgaben und Ressourcen des Projekts werden separate Arbeitsblätter erstellt.



Importieren von Projekten, für die frühere Versionen von @RISK für Project verwendet wurden

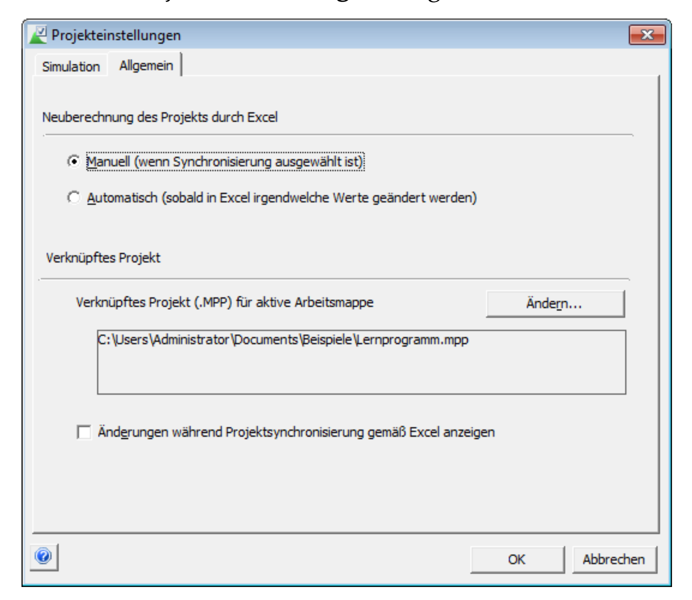
Wenn ein Projekt, für das eine frühere Version von @RISK für Project verwendet wurde, in @RISK für Excel importiert wird, werden die @RISK-Elemente dieses Projekts in die passende Form für @RISK für Excel konvertiert. Projektverteilungen aus der Spalte **@RISK: Funktionen** werden in Excel den in Zellformeln befindlichen Verteilungsfunktionen entsprechend abgeändert. Globale Variablen, Korrelationen, Wahrscheinlichkeitsverzweigung und andere Funktionen, die sich speziell auf @RISK beziehen, werden auf ähnliche Weise konvertiert. Vielleicht sind in Excel auch noch zusätzliche Arbeitsblätter für andere im importierten Projekt befindliche @RISK-Elemente zu sehen, z. B. Blätter für Wahrscheinlichkeitskalender, globale Variablen und Korrelationen.

Speichern der Projekt-Arbeitsmappe

Die Excel-Arbeitsmappe, die das importierten Projekt enthält, kann jederzeit gespeichert werden. Wenn diese Arbeitsmappe dann erneut geöffnet wird, öffnet @RISK gleichzeitig automatisch auch das damit verbundene Projekt in Microsoft Project, richtet die Links zwischen Excel und Microsoft Project ein und aktualisiert Excel entsprechend, für den Fall, dass in der Zwischenzeit irgendwelche Änderungen am Projekt vorgenommen worden sind. Das Projekt braucht daher nur einmal in Excel importiert werden.

Neuberechnung des Projekts durch Änderung der Werte in Excel

Die in Excel gezeigten Werte für die Aufgaben- und Ressourcenfelder des Projekts können geändert und die damit verbundenen Projektwerte in Excel aktualisiert werden. Dies wird in der Regel dadurch erreicht, dass im @RISK-Menü **Projekt** der Befehl **Jetzt synchr**. gewählt wird. Wenn beispielsweise der Zellwert für die Zeitdauer einer Aufgabe geändert wird, kann durch Auswahl von **Jetzt synchr**. die Zelle mit dem Enddatum der Aufgabe (sowie auch das Start- und Enddatum der Nachfolgeaufgaben) aktualisiert werden. Das in Excel zu sehende Gantt-Diagramm wird ebenfalls aktualisiert, um die neuen Werte anzuzeigen. Bei kleineren Projekten können Neuberechnungen der Ablaufsplanung automatisch ausgeführt werden, genauso wie das bei Neuberechnungen in Excel der Fall ist. Die Einstellung hierfür wird im @RISK-Menü **Projekt** über den Befehl **Projekteinstellungen** vorgenommen.

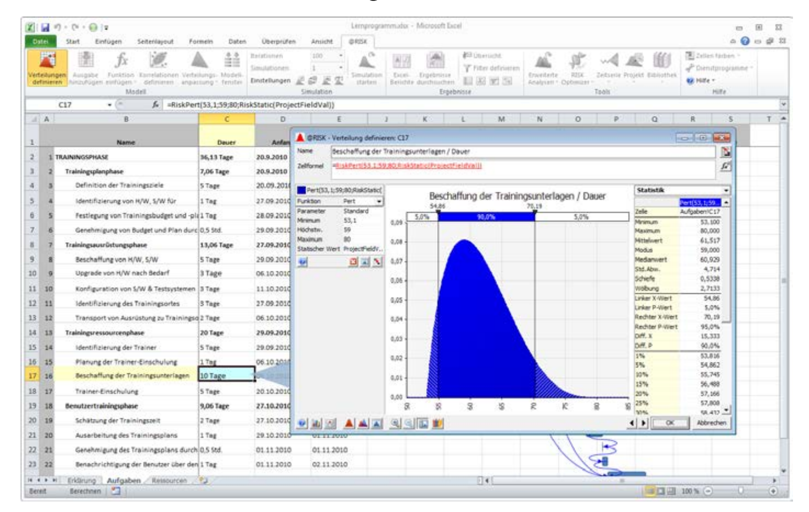


Bei Änderung eines mit einer Aufgabe oder Ressource verbundenen Zellwertes leitet @RISK im Hintergrund die geänderten Excel-Werte zur Neuberechnung an Microsoft Project weiter, um anschließend die neuberechneten Werte wieder an Excel zurückzugeben.

Erstellung eines Risikomodells

Sobald ein Projekt in Excel angezeigt wird, können die in Excel die für Kalkulationstabellen verfügbaren Tools verwendet werden, um ein Risikomodell für das Projekt einzurichten. Sie können beispielsweise einer Zelle, die eine Aufgabe oder ein Ressourcenfeld darstellt, im nachstehenden @RISK-Fenster **Verteilung definieren** eine Wahrscheinlichkeitsverteilung zuweisen.

Definieren von Wahrscheinlichkeitsverteilungen

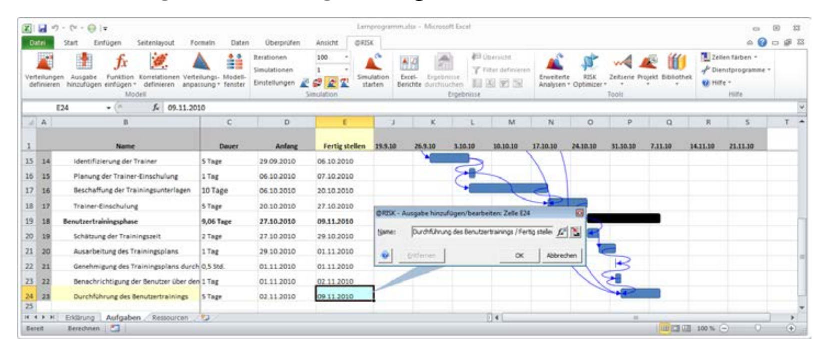


Es ist aber auch möglich, die Verteilungsfunktion direkt in die Formel für die Aufgaben- oder Ressourcen-Zelle einzugeben.

In beiden Fällen wird dann die betreffende Zellformel eine @RISK-Verteilungsfunktion enthalten, die ähnlich der nachstehenden ist.

=RiskPert(53,1;59;80;RiskStatic(ProjectFieldVal))

Auf ähnliche Weise kann auch ein Feld, dessen Wert Sie als Ausgabe einer @RISK-Simulation verfolgen möchten (wie z. B. das Feld für das Enddatum oder die Gesamtkosten des Projekts), mithilfe des @RISK-Befehls **Ausgabe hinzufügen** ausgewählt werden.



In diesem Fall wird der Zellformel die @RISK-Funktion **RiskOutput** wie folgt hinzugefügt:

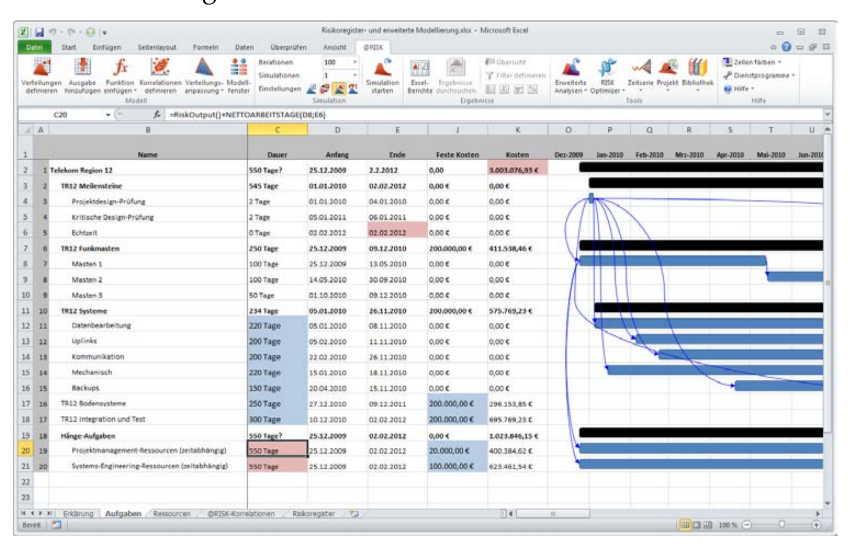
=RiskOutput()+DATUM(2011;11;09)

Verwenden von Excel-Formeln in Projektberechnungen

Da Excel-Formeln zur Wertberechnung in Aufgaben- oder Ressourcenfeldern eingesetzt werden können, kann praktisch jede zulässige Excel-Formelnotation verwendet werden. Diese Formeln können sich auf Wertezellen für andere Aufgaben- oder Ressourcenfelder beziehen oder auch auf andere Zellen zur Unterstützung von Arbeitsblättern bzw. Arbeitsmappen. Im folgenden Beispiel wird die Zeitdauer einer Aufgabe durch das Ergebnis der Formel angezeigt.

=NETTOARBEITSTAGE(D8;E6)

Durch diese Formel wird die Anzahl der Arbeitstage berechnet, und zwar angefangen vom Startdatum der ersten bis hin zum Enddatum der zweiten Aufgabe.



	Name	Dauer	Anfang	Ende	Feste Kosten	Kosten
1	Telekom Region 12	550 Tage?	25.12.2009	2.2.2012	0,00	3.003.076,93 €
2	TR12 Meilensteine	545 Tage	01.01.2010	02.02.2012	0,00 €	0,00 €
3	Projektdesign-Prüfung	2 Tage	01.01.2010	04.01.2010	0,00 €	0,00 €
4	Kritische Design-Prüfung	2 Tage	05.01.2011	06.01.2011	0,00 €	0,00 €
5	Echtzeit	0 Tage	02.02.2012	02.02.2012	0,00 €	0,00 €
6	TR12 Funkmasten	250 Tage	25.12.2009	09.12.2010	200.000,00 €	411.538,46 €
7	Masten 1	100 Tage	25.12.2009	13.05.2010	0,00 €	0,00 €
8	Masten 2	100 Tage	14.05.2010	30.09.2010	0,00 €	0,00 €
9	Masten 3	50 Tage	01.10.2010	09.12.2010	0,00 €	0,00 €
10	TR12 Systeme	234 Tage	05.01.2010	26.11.2010	200.000,00 €	575.769,23 €
11	Datenbearbeitung	220 Tage	05.01.2010	08.11.2010	0,00 €	0,00 €
12	Uplinks	200 Tage	05.02.2010	11.11.2010	0,00 €	0,00 €
13	Kommunikation	200 Tage	22.02.2010	26.11.2010	0,00 €	0,00 €
14	Mechanisch	220 Tage	15.01.2010	18.11.2010	0,00 €	0,00 €
15	Backups	150 Tage	20.04.2010	15.11.2010	0,00 €	0,00 €
16	TR12 Bodensysteme	250 Tage	27.12.2010	09.12.2011	200.000,00 €	296.153,85 €
17	TR12 Integration und Test	300 Tage	10.12.2010	02.02.2012	200.000,00 €	695.769,23 €
18	Hänge-Aufgaben	550 Tage?	25.12.2009	02.02.2012	0,00 €	1.023.846,15 €
19	Projektmanagement-Ressourcen (zeitabhängig)	550 Tage	25.12.2009	02.02.2012	20.000,00 €	400.384,62 €
20	Systems-Engineering-Ressourcen (zeitabhängig)	550 Tage	25.12.2009	02.02.2012	100.000,00 €	623.461,54 €

Auf berechnete Projektwerte kann auch anderweitig Bezug genommen werden, z. B. in Unterstützung von Excel-Arbeitsblättern oder Arbeitsmappen. Wenn Sie beispielsweise eine Arbeitsmappe mit Formeln für die Kostenberechnung vor sich haben, könnte darin auf die Zelle Bezug genommen werden, die den Gesamtkostenwert des Projekts enthält.

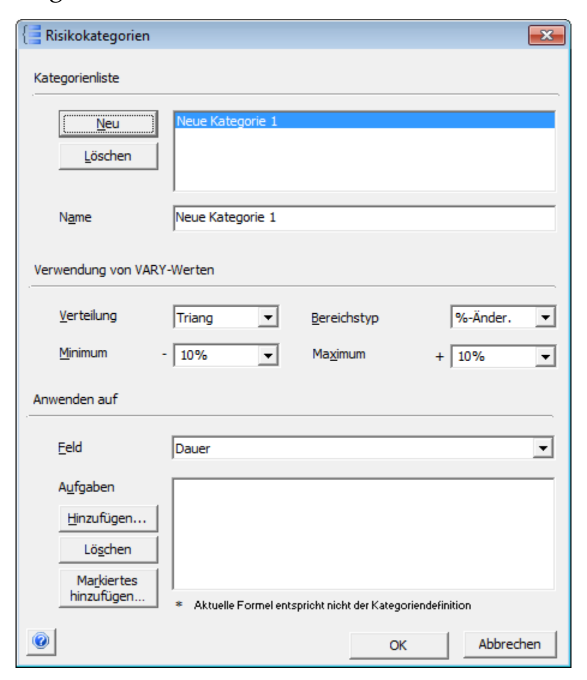
Projektbezogene Modellieroptionen

Die Risikomodellierung für Projekte wird in Excel meistens mithilfe von standardmäßigen @RISK-Modellier-Tools ausgeführt. Es steht jedoch auch ein zusätzlicher Satz von @RISK-Tools zur Verfügung, und zwar besonders für die Projektablaufsplanung. Folgende Tools sind u. a. verfügbar:

- **Risikokategorien**
- **Parametereingabetabelle**
- **Wahrscheinlichkeitsverzweigung**
- **Wahrscheinlichkeitskalender**
- **ProjectFieldVal**
- **RiskProject-Funktionen**

Risikokategorien

Durch **Risikokategorien** können Verteilungen in einem Projekt schnell dem Feld einer Aufgaben- bzw. Ressourcengruppe zugewiesen werden. Sie können in Ihrem Projekt mühelos einen Min-Max-Bereich auf alle Feldschätzungen in einem Satz von Aufgaben anwenden und dann auf Basis dieser Schätzungen eine Simulation der Projektausgaben ausführen.

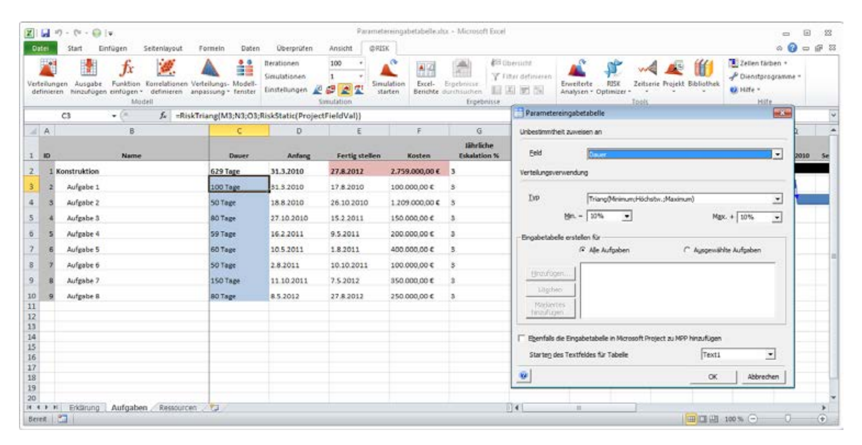


Mithilfe von **Risikokategorien** können Sie auch mühelos Ihre Schätzungen ändern und erneut simulieren. Es ist beispielsweise möglich, eine Simulation auf Basis einer Zeitdauerschwankung von –10 % bis +10 % ausführen und die Ergebnisse dann mit einer möglichen Schwankung von –20 % bis +20 % zu vergleichen.

Kategorien sind Aufgaben oder Ressourcen, auf die ein allgemeines Risiko angewendet werden soll. Sie können beispielsweise die Zeitdauer der Gruppe **Ablaufplanungsaufgaben** um -10% bis +10 % schwanken lassen, während Sie für die Gruppe **Trainingsaufgaben** einen Schwankungswert von –30 % bis +30 % eingeben. Die geschätzte Schwankung in einem Feld der einzelnen Gruppenaufgaben kann jederzeit geändert werden, indem Sie im Dialogfeld **Risikokategorien** einfach die Definition der Kategorie ändern.

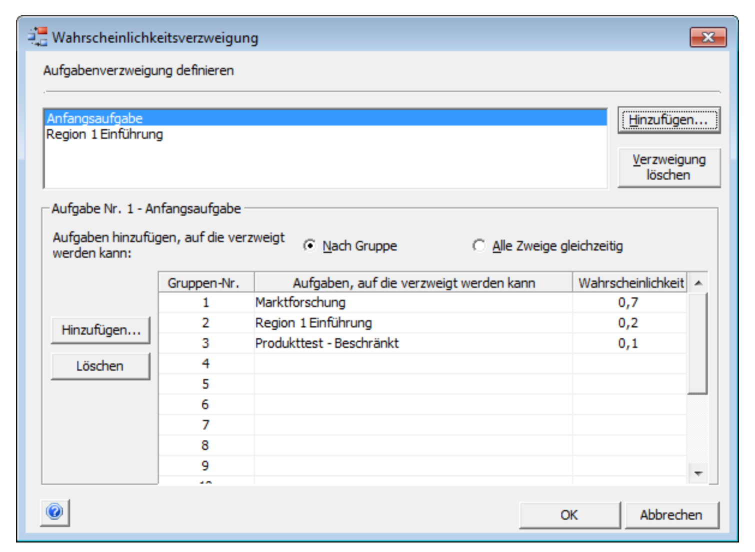
Parameter-eingabetabelle

Um die Dateneingabe zu vereinfachen, möchten Sie vielleicht in Excel eine Tabelle erstellen, in die Sie die möglichen Werte für ein Aufgaben- oder Ressourcenfeld eingeben können. Es ist beispielsweise eine Tabelle mit drei Spalten möglich, um den möglichen Minimumwert, wahrscheinlichsten Wert und Maximum wert für die Zeitdauer der einzelnen Aufgaben einzugeben. Mithilfe des Dialogfelds **Parametereingabetabelle** können Sie diese Spalten erstellen und dann automatisch die @RISK-Verteilungsfunktionen generieren, die sich auf die in diese Spalten eingegebenen Werte beziehen.



Wahrscheinlich-keitsverzweigung

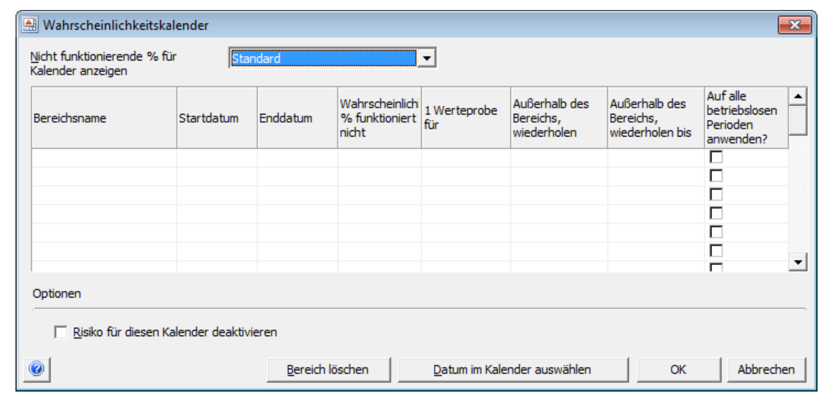
Die **Wahrscheinlichkeitsverzweigung** ermöglicht Ihnen, das Projekt während der Simulation von einer Aufgabe auf beliebig viele andere Aufgaben zu verzweigen. Jede der Aufgabengruppen, auf die verzweigt werden kann, ist mit einem Wahrscheinlichkeitswert versehen. Nach Beendigung der Anfangsaufgabe besteht beispielsweise eine 70-prozentige Möglichkeit, dass Marktforschungsaufgaben nachfolgen werden und eine 30-prozentige Möglichkeit, dass es sich bei der Nachfolge um die standardmäßigen Einführungsaufgaben handeln wird.



Nachdem die Simulationsaufgabe, für die die Wahrscheinlichkeitsverzweigung eingegeben wurde, abgeschlossen ist, wird @RISK Proben aus einer Aufgabengruppe erheben, auf die verzweigt werden soll, und zwar auf Basis der eingegebenen Wahrscheinlichkeiten. Anschließend werden die Aufgaben in der ausgewählten Gruppe zu den Nachfolgeaufgaben der beendeten Aufgabe gemacht und wird dann das Projekt mithilfe der neuen Aufgaben neu berechnet.

Wahrscheinlichkeitskalender

Wahrscheinlichkeitskalender ermöglichen Ihnen, in die Kalender Wahrscheinlichkeiten für betriebslose Tage einzugeben und in die Simulation mit einzubeziehen. Dadurch können Ereignisse berücksichtigt werden, die vielleicht das Ergebnis Ihres Projekts beeinträchtigen könnten, wie z. B. Wetterbedingungen während bestimmter Jahreszeiten. Standardmäßig werden in @RISK die während der Simulation in Microsoft Project erstellten Kalender verwendet. Sie können jedoch gewisse Umstände, die die Kalender beeinflussen könnten, in das Modell mit einbeziehen, indem Sie wahrscheinlichkeitstheoretische Prozentwerte mit bestimmten Datumswerten und Datumsbereichen in Verbindung bringen. Diese Prozentwerte können dann sowohl mit einzelnen Arbeitstagen als auch mit Arbeitstagbereichen in Zusammenhang gebracht werden. Sie können auch im Bereich befindliche „Ruhetage" in die Arbeitszeit mit einbeziehen.



ProjectFieldVal

Der in Excel verwendete Name **ProjectFieldVal** hat in @RISK für Excel bei geöffneten Projektablaufsplänen besondere Bedeutung. Wird dieser Name in einer Excel-Formel verwendet , wird dadurch der Wert des betreffenden Felds direkt aus Microsoft Project in die damit verbundene Excel-Zelle zurückgegeben. Dadurch wird @RISK-Verteilungen (sofern keine Simulation ausgeführt wird) ermöglicht, den gleichen Feldwert wie in Microsoft Project zurückzugeben. Andernfalls ist vielleicht in Excel ein Mittelwert zu sehen, der evtl. nicht dem Wert in Microsoft Project entspricht. Nehmen Sie z. B. eine Situation, in der folgende @RISK-Verteilung in die Zelle eingegeben wird, die mit dem Feld **Dauer** einer Aufgabe verbunden ist:

=RiskPert(53,1;59;80;RiskStatic(ProjectFieldVal))

Der Wert. der in diesem Fall bei nicht laufender Simulation in Excel angezeigt wird (d. h. der statische Wert), ist genau der Wert, der in Microsoft Project in das entsprechende Feld **Dauer** eingegeben wurde.

ProjectFieldVal kann auch dazu verwendet werden, in Microsoft Project im Ablaufsplan eine Prozentabweichung in der deterministischen Schätzung zu ermöglichen. Mit anderen Worten, selbst wenn der Wert in Microsoft Project später aktualisiert oder geändert wird, kann dieselbe Verteilung zur Beschreibung der Ungewissheit verwendet werden.

RiskProject-Funktionen

@RISK für Excel enthält neue Funktionen, die mit RiskProject beginnen und in Excel in Formeln mit einbezogen werden können. Durch diese Funktionen werden während der Simulation Änderungen an der Projektablaufsplanung vorgenommen. Diese Funktionen sind besonders nützlich, wenn in Excel berechnete Formeln, wie z. B. die Formeln in einem Risikoregister, in Microsoft Project mit der Logik der Ablaufsplanung verknüpft werden müssen.

Es handelt sich dabei u. a. um folgende Funktionen:

- **RiskProjectAddDelay**(*Aufgabe;Länge;Kosten).* Durch diese Funktion wird dem Projekt nach Abschluss von *Aufgabe* eine neue Aufgabe hinzugefügt. Diese Aufgabe bezieht sich auf die angegebene *Länge* und die angegebenen *Kosten*. Sie können diese Funktion verwenden, wenn Sie dem Projekt, das bei einem Ereignisrisiko in Iterationen simuliert wird, eine zusätzliche Aufgabe hinzufügen möchten.

- **RiskProjectAddCost**(*Kosten;Zeit).* Durch diese Funktion wird dem Projekt ein neuer Kostenposten hinzugefügt, und zwar an dem durch *Zeit* angegebenen Datum. Sie können diese Funktion verwenden, wenn Sie dem Projekt, das bei einem Ereignisrisiko in Iterationen simuliert wird, zusätzliche Kosten hinzufügen möchten.

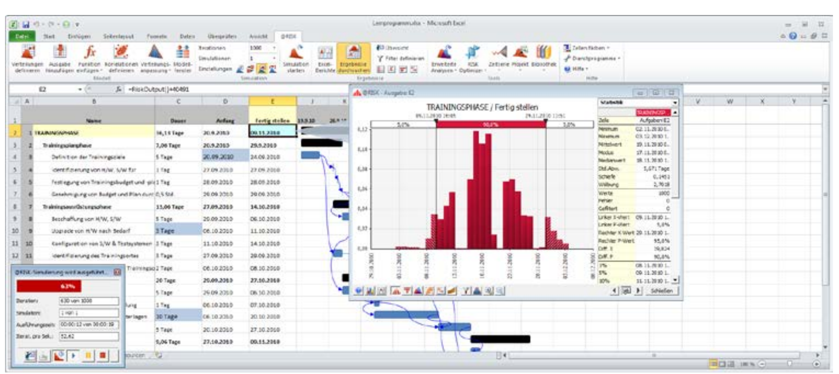
- **RiskProjectRemoveTask**(*Aufgabe).* Durch diese Funktion wird eine Aufgabe aus einem in einer bestimmten Iteration simulierten Projekt entfernt. Sie können diese Funktion verwenden, wenn Sie dem Projekt, das bei Ereignisrisiko simuliert wird, gewisse Aufgaben nicht ausführen möchten.

- **RiskProjectResourceUse**(*Task;Resource;UsageValue).* Durch diese Funktion können die Einheiten einer materiellen Ressource (oder kann die Arbeit einer Arbeits-Ressource) geändert werden, die bei jeder Iteration einer Aufgabe zugewiesen wird. Die im Projekt berechneten Kosten reflektieren jeweils die geänderte Verwendung in den einzelnen Iterationen der Simulation.

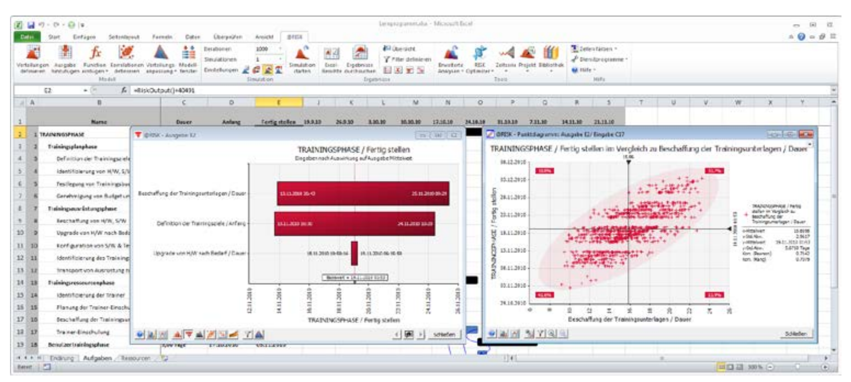
- **RiskProjectResourceAdd**(*Aufgabe,Ressource,Einheiten).*Durch diese Funktion wird in der betreffenden Iteration einer Aufgabe eine neue Ressource zugewiesen. Die im Projekt berechneten Kosten reflektieren jeweils die neue Ressourcen-Zuweisung in jeder Iteration einer Simulation.
- **RiskProjectResourceRemove**(*Aufgabe,Ressource).* Durch diese Funktion wird eine Ressource entfernt, die in der betreffenden Iteration einer Aufgabe zugewiesen worden war. Die im Projekt berechneten Kosten reflektieren jeweils die entfernte Ressourcen-Zuweisung in jeder Iteration einer Simulation.

Ausführung einer Simulation

@RISK-Simulationen von Projekten werden genauso wie Simulationen in standardmäßigen Excel-Kalkulationstabellen ausgeführt. Die Anzahl der auszuführenden Iterationen und Simulationen kann in der Befehls- oder Symbolleiste eingestellt werden. Durch Klicken auf **Simulation starten** in der Befehlsleiste (oder in Excel 2003 in der @RISK-Symbolleiste) kann die Simulation gestartet werden.



Während der Simulation wird das Diagramm der möglichen Ergebnisse – in diesem Fall der Ergebnisse bezüglich Enddatum – aktualisiert. Sobald die Simulation beendet ist, stehen Ihnen in @RISK für Excel in allen Berichten und Diagrammen die Ergebnisse der Risikoanalyse zur Verfügung. Durch Empfindlichkeitsanalysen und Punktdiagramme werden die sich auf die Ergebnisse auswirkenden Hauptfaktoren identifiziert.



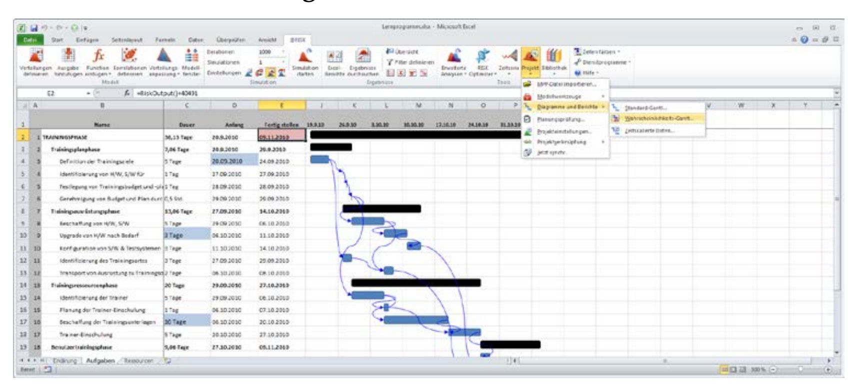
Empfindlichkeits-analyse

Standardmäßig verwendet @RISK eine smarte Empfindlichkeitsanalyse, indem Eingaben basierend auf ihrem Vorrang für die Ausgabe der Projektablaufsplanung vorgefiltert werden. Eingaben in Aufgaben, die über das Nachfolgeverhältnis des Modells mit keiner Ausgabeaufgabe verknüpft sind, werden aus der Empfindlichkeitsanalyse entfernt, um Fehlergebnisse zu vermeiden. Im Fenster **Empfindlichkeitsanalyse** werden diese beziehungslosen Eingaben mit einem **n/a** (nicht betreffend) angezeigt.

Die Verwendung der **smarten Empfindlichkeitsanalyse** unterliegt gewissen Beschränkungen. Bei Verwendung von Wahrscheinlichkeitsverzweigung ist die **Smarte Empfindlichkeitsanalyse** deaktiviert. Das ist erforderlich, da sich während der Ausführung die Nachfolge- bzw. Vorgängerbeziehungen ändern, sodass @RISK die vorhergehenden Aufgaben vor Simulation nicht genau erkennen kann. Die **Smarte Empfindlichkeitsanalyse** ist ebenfalls deaktiviert, wenn Formelverweise unter den Aufgaben im Projekt vorhanden sind – z. B. wenn ein Verteilungsargument in einer Aufgabe auf das Enddatum einer anderen Aufgabe verweist.

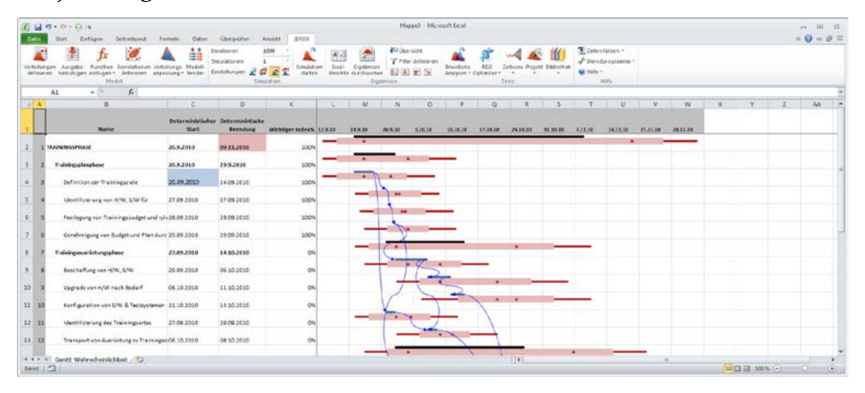
Projektbezogene Berichte über Simulationsergebnisse

Durch Simulationen von Projektablaufsplänen werden einige zusätzliche Berichte und Statistiken verfügbar, die bei Simulationen von Excel-Kalkulationstabellen nicht vorhanden sind. Diese Informationen stehen in zwei Berichten zur Verfügung, die über das Menü **Projekt** erstellt werden, nämlich im **Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm** und im Bericht **Zeitskalierte Daten**.



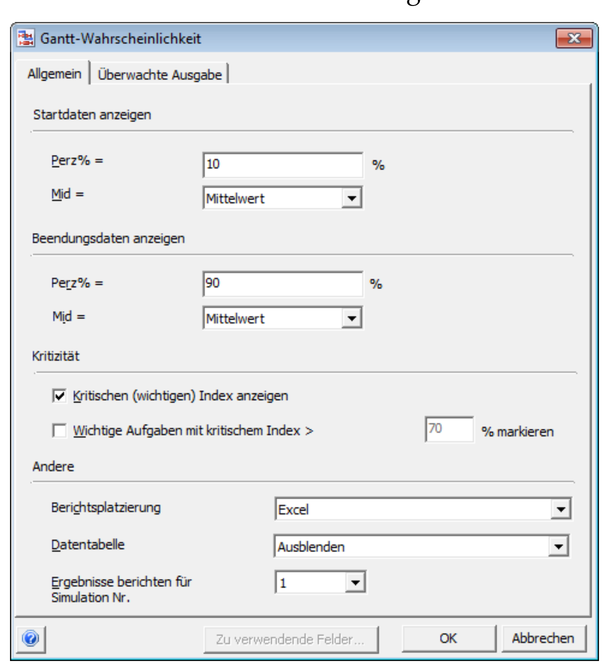
Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm

Standardmäßig zeigt das Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm das früheste (10. Perzentil – P10) und erwartete Startdatum sowie auch das erwartete (90. Perzentil – P90) und späteste Enddatum für Projektaufgaben an.



Außerdem enthält der Bericht den **kritischen Index** für jede Aufgabe, d. h. den Prozentsatz an Zeit während der Simulation, den die Aufgabe auf dem kritischen (wichtigen) Pfad für das Projekt verbrachte. Der kritische Index gibt Geschäftsführern die Möglichkeit, die Wichtigkeit von Aufgaben zu bewerten.

Die im Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm angezeigten Informationen können über das Dialogfeld **Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm** angepasst werden. Sie können die Wahrscheinlichkeitswerte auswählen, die im Diagramm angezeigt werden sollen. Wenn gewünscht, können auch Empfindlichkeitsinformationen mit einbezogen werden.



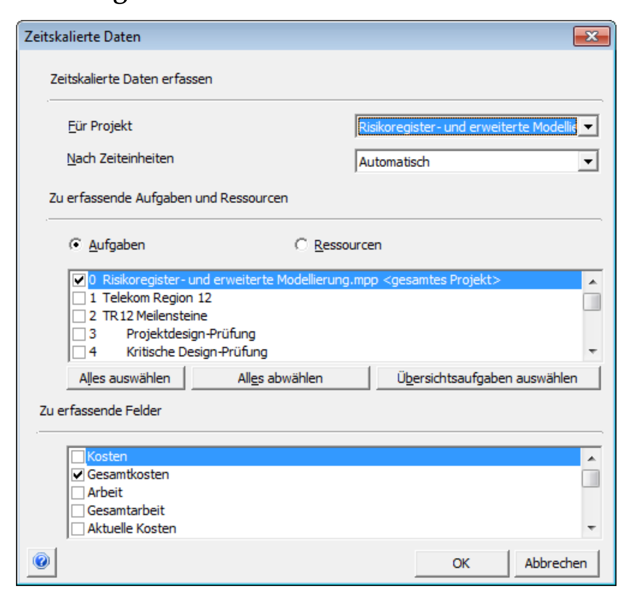
Um ein Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm zu erstellen, müssen Sie im Dialogfeld **Projekteinstellungen** die entsprechenden Einstellungen vornehmen, um die für den Bericht erforderlichen Daten zu sammeln.. Dies geschieht automatisch, aber verlangsamt die Simulationen ein wenig.

Zeitskalierter Datenbericht

Solange an einem Projekt gearbeitet wird, stehen stets nach Zeitperiode skalierte Daten zur Verfügung. Microsoft Project bietet viele Arten von zeitskalierten Daten, wie z. B. für Kosten, Gesamtkosten und die Arbeit. Diese Daten sind sowohl für Aufgaben als auch für Ressourcen verfügbar.

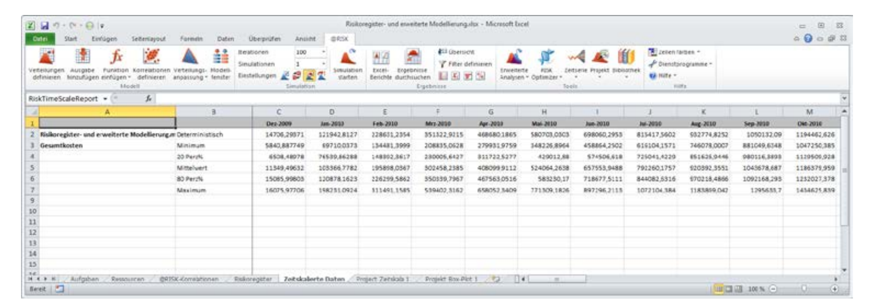
Während einer Simulation können durch @RISK zeitskalierte Daten gesammelt werden. Mithilfe dieser Daten kann @RISK Wahrscheinlichkeitsverteilungen erstellen, durch die im Bericht ein Bereich von möglichen Werten für jede Zeitperiode angezeigt werden kann. Zusätzlich zur Verteilung der möglichen Gesamtkosten des Projekts möchten Sie vielleicht auch die Verteilung der Gesamtkosten auf jeden Monat oder jedes Jahr des Projekts sehen. Durch den zeitskalierten Datenbericht werden derartige Informationen gleich nach einer Simulation zur Verfügung gestellt.

Um einen Bericht über zeitskalierte Daten zu erhalten, müssen Sie erst einmal die Daten identifizieren, die gesammelt werden sollen. Das geschieht über die Option **Zeitskalierte Daten erfassen** des Befehls **Projekteinstellungen.**



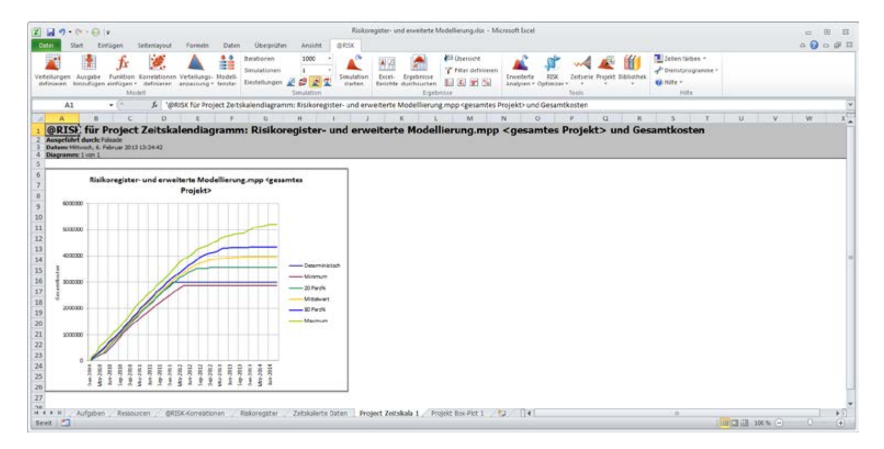
Zeitskalierte Daten können entweder für das gesamte Projekt oder auch nur für einzelne Aufgaben bzw. Ressourcen erfasst werden. Bei **Zu erfassendes Feld** kann es sich um jedes beliebige Feld in Microsoft Project handeln, das auf zeitskalierter Basis verfügbar ist.

Sobald Sie die zu sammelnden Daten identifiziert haben, kann eine Simulation ausgeführt werden. Für jede Iteration wird der Wert der ausgewählten Felder in den einzelnen Zeitperioden des Projekts erfasst. Nach Abschluss der Simulation beschreibt folgender Bericht die Wahrscheinlichkeiten für die Werte der erfassten zeitskalierten Daten:



		Dez-2009	Jan-2010	Feb-2010	Mrz-2010	Apr-2010	Mai-2010	Jun-2010	Jul-2010	Aug-2010	Sep-2010	Okt-2010
Risikoregister- und erweiterte Modellierung.m	Deterministisch	14706,29871	121942,8127	228631,2354	351322,9115	468680,1865	580703,0303	698060,2953	815417,5602	932774,8252	1050132,09	1194462,626
Gesamtkosten	Minimum	5840,887749	69710,0373	134481,3999	208835,0628	279931,9759	348226,8964	458864,2502	616104,1571	746078,0007	881049,6348	1047250,385
	20 Perz%	6508,48078	76539,86288	148302,8617	230005,6427	311722,5277	429012,88	574506,618	725041,4229	851626,9446	980116,3893	1129509,928
	Mittelwert	11349,49632	103366,7782	195898,0367	302458,2385	408099,9112	524064,2638	657553,9488	792260,1757	920592,3551	1043678,687	1186379,959
	80 Perz%	15085,99803	120878,1623	226299,5862	350339,7967	467563,0516	583230,17	718677,5111	844082,6316	970218,4866	1092168,295	1232027,378
	Maximum	16075,97706	158231,0924	311491,1585	539402,3162	658052,3409	771309,1826	897296,2115	1072104,384	1183809,042	1295633,7	1434625,839

Es werden Diagramme erstellt, die die Statistiktendenzen der erfassten zeitskalierten Daten beschreiben:

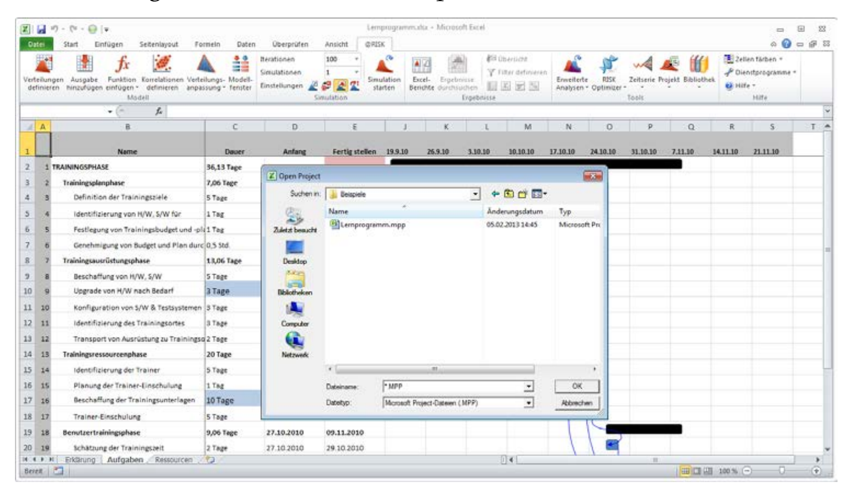


Project-Befehle

Befehl „MPP-Datei importieren“

Lesen der Projektablaufsplanung in einer MPP-Datei in Microsoft Project und Anzeigen des Projekts in Excel

Über den Befehl **MPP-Datei importieren** im Project-Menü kann eine MPP-Datei geöffnet und in Excel importiert werden.

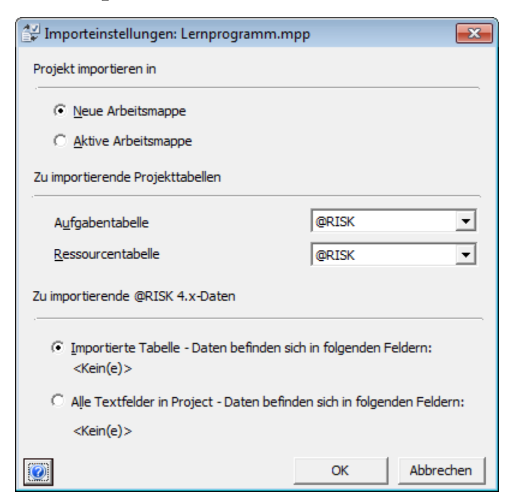


Beim Importieren einer MPP-Datei in Excel öffnet @RISK zuerst das gewählte Projekt in Microsoft Project, um Aufgabe, Ressource und Feldwerte aus dem Projekt zu lesen. Anschließend werden dann ein oder mehrere Excel-Arbeitsblätter erstellt, wodurch in Excel eine Ansicht Ihres Projekts zu sehen ist. Für die Aufgaben und Ressourcen des Projekts werden separate Arbeitsblätter erstellt.

Die importierten Felder entsprechen den Feldern, die sich im aktiven Gantt-Diagramm und in der Ressourcen-Tabelle in Microsoft Project befinden. Dies kann aber vor dem Importieren geändert werden, und zwar im Dialogfeld **Importeinstellungen**. Sie können in Excel auch zusätzliche Felder anzeigen, indem Sie im Menü **Projektverknüpfung** den Befehl **Feld einfügen** wählen und dann den angezeigten Anweisungen folgen.

Anzeigen von Importeinstellungen

Nach Auswahl der zu importierenden MPP-Datei haben Sie die Möglichkeit, die während des Imports zu verwendenden Einstellungen zu überprüfen und zu ändern.

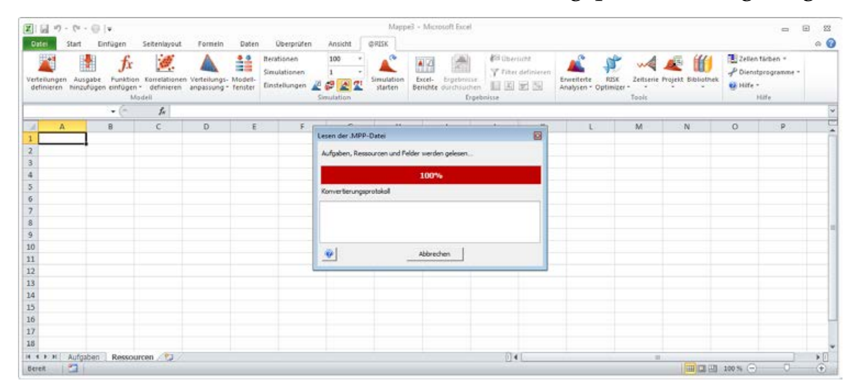


Ein Projekt kann entweder in eine neue Arbeitsmappe importiert werden oder auch in ein neues Arbeitsblatt der aktiven Arbeitsmappe. In den zu importierenden Projekttabellen sind die Aufgaben- und Ressourcentabellen angegeben, deren Felder in Excel in neuen Arbeitsblättern eingerichtet werden. Falls die MPP-Datei in @RISK für Project 4.x verwendet wurde, sind die @RISK-Informationen (wie z. B. die Wahrscheinlichkeitsverteilungen) im Projekt in den Textfeldern zu finden. Sie haben die Wahl, entweder nur die @RISK-Textfelder zu importieren, die in den zu importierenden Tabellen zu sehen sind, oder aber @RISK einfach alle im Projekt zu findenden @RISK-Informationen importieren zu lassen. Verwenden Sie die Option **Importierte Tabelle**, um nur die Aufgaben- und Ressourcendaten aus der MPP-Datei zu importieren und die @RISK 4.x-Daten einfach zu übergehen.

Speichern der Projekt-Arbeitsmappe

Die Excel-Arbeitsmappe, die das importierten Projekt enthält, kann jederzeit gespeichert werden. Wenn diese Arbeitsmappe dann erneut geöffnet wird, öffnet @RISK gleichzeitig automatisch auch das damit verbundene Projekt in Microsoft Project, richtet die Links zwischen Excel und Microsoft Project ein und aktualisiert Excel entsprechend, für den Fall, dass in der Zwischenzeit irgendwelche Änderungen am Projekt vorgenommen worden sind. Das Projekt braucht daher nur einmal in Excel importiert werden.

Falls während des Imports irgendwelche Fehler oder Probleme auftreten, werden diese in einem Konvertierungsprotokoll angezeigt.



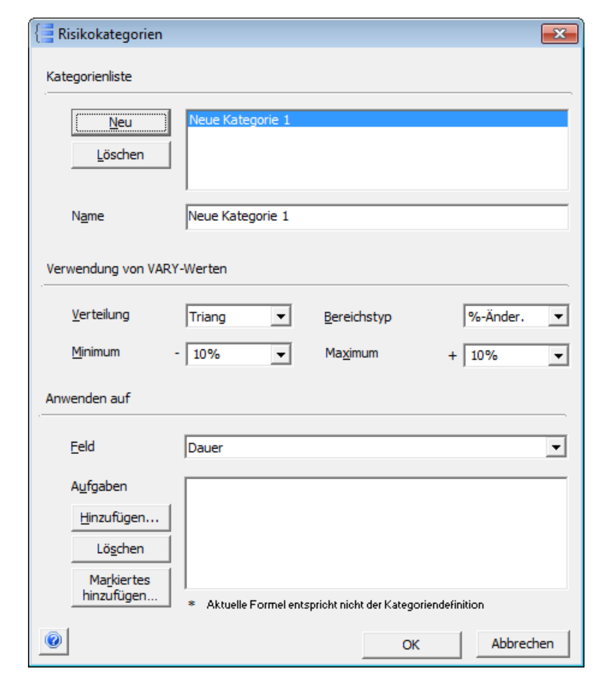
Konvertieren von MPP-Dateien aus Version 4 von @RISK für Project

Projekte, für die Version 4 (oder eine frühere Version) von @RISK für Project verwendet wurde, werden durch die Projektfähigkeiten von @RISK für Excel unterstützt. Wenn ein Projekt, für das eine frühere Version von @RISK für Project verwendet wurde, in @RISK für Excel importiert wird, werden die @RISK-Elemente dieses Projekts in die passende Form für @RISK für Excel konvertiert. Verteilungen aus der Spalte **@RISK: Funktionen** im Projekt werden den Excel-Verteilungsfunktionen entsprechend abgeändert. Globale Variablen, Korrelationen, Wahrscheinlichkeitsverzweigung und andere Funktionen, die sich speziell auf @RISK beziehen, werden auf ähnliche Weise konvertiert.

Befehl „Risikokategorien“

Anzeigen des Dialogfelds *Risikokategorien*, in dem das Projektrisiko auf ein bestimmtes Feld eines Aufgaben- oder Ressourcensatzes angewendet werden kann.

Das Dialogfeld **Risikokategorien** kann im Menü **Modellwerkzeuge** über den Befehl **Risikokategorien** angezeigt werden. Dadurch können in einem Projekt schnell dem Feld einer Aufgaben- bzw. Ressourcengruppe Verteilungen zugewiesen werden. Sie können in Ihrem Projekt auch mühelos einen Min-Max-Bereich auf alle Feldschätzungen in einem Satz von Aufgaben anwenden und dann auf Basis dieser Schätzungen eine Simulation der Projektausgaben ausführen.



Kategorien sind Aufgaben oder Ressourcen, auf die ein allgemeines Risiko angewendet werden soll. Sie können beispielsweise die Zeitdauer der Gruppe **Ablaufplanungsaufgaben** um -10% bis +10 % schwanken lassen, während Sie für die Gruppe **Trainingsaufgaben** einen Schwankungswert von –30 % bis +30 % eingeben. Die geschätzte Schwankung in einem Feld der einzelnen Gruppenaufgaben kann jederzeit geändert werden, indem Sie im Dialogfeld **Risikokategorien** einfach die Definition der Kategorie ändern.

Bei Verwendung von Risikokategorien werden Risiko-VARY-Funktionen in die Zelle eingegeben, die mit dem ausgewählten Feld der jeweiligen Aufgabe oder Ressource in der Kategorie verbunden ist. Die über das Dialogfeld **Risikokategorien** eingegebene VARY-Funktion hat folgende Syntax:

=RiskVary(ProjectFieldVal;Minimum;Maximum;RangeType;;Distribution)

Als erwarteter Wert der RiskVary-Funktion wird der Excel-Name **ProjectFieldVal** eingegeben. Der Wert. der in diesem Fall bei nicht laufender Simulation in Excel angezeigt wird (d. h. der statische Wert), ist genau der Wert, der durch ProjectFieldVal zurückgegeben oder in Microsoft Project in das entsprechende Feld eingegeben wurde. ProjectFieldVal ermöglicht eine prozentuale Abweichung in Bezug auf den deterministischen Wert, der in Microsoft Project in den Ablaufsplan eingegeben wurde. Mit anderen Worten, selbst wenn der Wert in Microsoft Project später aktualisiert oder geändert wird, kann dieselbe Verteilung zur Beschreibung der Ungewissheit verwendet werden.

Folgende Optionen sind im Dialogfeld **Risikokategorien** verfügbar:

- **Kategorienliste –** Diese Liste nennt den Namen der Kategorie, die die Aufgaben oder Ressourcen enthält, auf die eine allgemeine Wertabweichung angewendet werden soll. Klicken Sie auf **Neu**, um eine neue Kategorie einzugeben. Klicken Sie auf den Namen einer bereits vorhandenen Kategorie, um das Dialogfeld mit den Einstellungen und Aufgaben oder Ressourcen der betreffenden Kategorie zu aktualisieren.
- **Name** – Geben Sie hier den Namen der ausgewählten Kategorie ein oder bearbeiten Sie diesen Namen.
- **Verwendung von VARY-Werten –** Mithilfe dieser Optionen wird der mögliche Mindest- und Höchstwert für den anzuwendenden Bereich angegeben sowie auch die Art der Einheiten, in denen der Bereich gemessen wird, und die Art und Weise, in der mögliche Werte über den Min-Max-Bereich hinweg verteilt werden.

- **Verteilung** – Hierdurch wird die Art der Verteilung gewählt, mit deren Hilfe modelliert wird, wie viele mögliche Werte über den Min-Max-Bereich hinweg verteilt werden sollen, und zwar für jedes Feld, auf das die eingegebenen Risikoschätzungen anzuwenden sind. Als Optionen stehen **Normal, Triang, Trigen, Gleichverteilung** oder **Pert** zur Verfügung. Falls der gewählte Verteilungstyp drei Argumente verwendet (wie z. B. **Triang**), ist der eingegebene **Minimalwert** gleichzeitig das minimale Verteilungsargument. Ferner ist der **vorhandene Feldwert** aus dem Projekt der wahrscheinlichste Wert und der eingegebene **Maximalwert** gleichzeitig auch das maximale Verteilungsargument.
- **Bereichstyp** – Hierdurch wird der Typ des Bereichs gewählt, der auf den Minimal- und den Maximalwert aus dem Bereich angewendet wird. Für **Bereichstyp** stehen folgende Optionen zur Verfügung: **%-Änderung** (prozentuale Änderung des aktuellen Feldwerts) und **+/-** (effektive Plus-/Minus-Änderung des aktuellen Feldwerts).
- **Minimum** – dies ist der Minimalwert für den anzuwendenden Bereich.
- **Maximum** – dies ist der Maximalwert für den anzuwendenden Bereich.

* **Anwenden auf** – Diese Option ermöglicht die Auswahl des Felds und der Aufgaben oder Ressourcen, auf die die eingegebenen Risikoschätzungen im ausgewählten Feld angewendet werden. Die gewählten Aufgaben oder Ressourcen werden der ausgewählten Kategorie hinzugefügt.
  - **Feld** – Dies ist das auszuwählende Feld, auf das der eingegebene Bereich möglicher Werte angewendet wird.
  - **Hinzufügen** – Über diese Schaltfläche wird der Selektor angezeigt, damit die Aufgaben und Ressourcen direkt im Projekt ausgewählt werden können.
  - **Löschen** – Mithilfe dieser Schaltfläche können eine oder mehrere ausgewählte Aufgaben oder Ressourcen in der Liste gelöscht werden.

- **Markiertes hinzufügen** – Diese Option ermöglicht Ihnen, eine Zelle zu wählen, die mit dem Feld verbunden ist, in dem sich der Wert befindet, den Sie zum Identifizieren der Aufgaben oder Ressourcen einer bestimmten Kategorie verwenden möchten. Ein Textfeld in einem importierten Projekt könnte beispielsweise das Kennzeichen „Konstruktion" für jede Aufgabe in der Kategorie „Konstruktion" enthalten. Über **Markiertes hinzufügen** wählen Sie dann im Textfeld mit dem Kennzeichen „Konstruktion" eine Zelle aus und @RISK platziert anschließend alle Aufgaben mit demselben Kennzeichen in der betreffenden Kategorie.

Aktuelle Verteilung entspricht nicht der Kategoriedefinition

Ein in der Liste befindlicher * neben einem Aufgaben- oder Ressourcennamen weist darauf hin, dass das ausgewählte Feld in der betreffenden Aufgabe oder Ressource nicht der Kategoriedefinition entspricht. Das kann passieren, wenn Sie eine Kategorie definieren, eine allgemeine Abweichung auf alle Aufgaben oder Ressourcen in der Kategorie anwenden und dann später die Verteilung für einen Teil der Kategorie bearbeiten. Wenn dann das Dialogfeld **Risikokategorien** das nächste Mal angezeigt wird, weist @RISK durch ein Sternchen darauf hin, dass die bearbeitete Verteilung nicht der Kategoriedefinition entspricht. Wenn Sie in diesem Fall im Dialogfeld **Risikokategorien** auf OK klicken, wird dadurch die definierte Plus-/Minus-Änderung auf die gesamte Kategorie angewendet und somit die bearbeitete Verteilung entsprechend überschrieben.

Schaltfläche OK

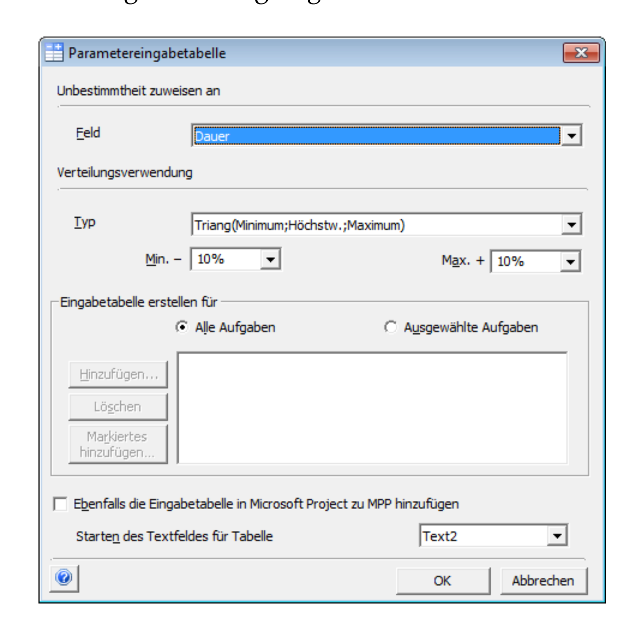
Durch Klicken auf OK werden die im Dialogfeld **Risikokategorien** durch Ihre Auswahlen erstellten VARY-Funktionen in Excel direkt in Ihr Projekt geschrieben. Anschließend kann dann eine Simulation unter Verwendung der eingegebenen Risiken ausgeführt werden,

Befehl „Parametereingabetabelle“

Anzeigen des Dialogfelds *Parametereingabetabelle*, in dem einem Projekt beliebige Spalten zur Eingabe von möglichen Feldwerten hinzugefügt werden können.

Um die Dateneingabe zu vereinfachen, möchten Sie vielleicht in Excel weitere Spalten hinzufügen, in die Sie die möglichen Werte für ein Aufgaben- oder Ressourcenfeld eingeben können. Es ist beispielsweise eine Tabelle mit drei Spalten möglich, um den möglichen Minimumwert, wahrscheinlichsten Wert und Maximalwert für die Zeitdauer der einzelnen Aufgaben einzugeben. Mithilfe des Dialogfelds **Parametereingabetabelle** können Sie diese Spalten erstellen und dann automatisch die @RISK-Verteilungsfunktionen generieren, die sich auf die in diese Spalten eingegebenen Werte beziehen.

Die Parametereingabetabelle wird in der Regel erstellt, wenn Sie @RISK für ein Projekt verwenden. Durch das Erstellen einer Tabelle werden alle Verteilungen überschrieben, die Sie vielleicht für die ausgewählten Aufgaben und das gewählte Feld bereits in das Projekt eingegeben haben. Die neue Verteilung wird im Projekt jeder ausgewählten Aufgabe hinzugefügt.



Folgende Optionen sind im Dialogfeld **Parametereingabetabelle** verfügbar:

- **Feld** – ermöglicht die Auswahl des Feldes, auf das die eingegebene Verteilung und Spalten mit möglichen Werten angewendet werden sollen.
- **Verteilungsverwendung** – gibt Ihnen die Möglichkeit, den Verteilungstyp auszuwählen, der für das gewählte Feld Verwendung finden soll.
- **Min**. – ist zur Eingabe des gewünschten Minimaländerungsbetrags bestimmt, der zur Berechnung eines Standardwerts für jede Aufgabe oder Ressource in der Parametereingabetabelle verwendet werden soll.
- **Max**. – ist zur Eingabe des gewünschten Maximaländerungsbetrags bestimmt, der zur Berechnung eines Standardwerts für jede Aufgabe oder Ressource in der Parametereingabetabelle verwendet werden soll.

  Hinweis: @RISK wird die **Min**.- und **Max**.-Eingaben wo immer möglich dazu verwenden, standardmäßige Parameterwerte in die Tabelle einzugeben. Bei einigen Verteilungstypen ist es nicht möglich, beim Erstellen von Argumentwerten in der Tabelle die standardmäßigen minimalen oder maximalen Prozentwerte zu verwenden. In solchem Fall erhalten Sie dann die Standardwerte für die Argumente der gewählten Verteilung. Sie sollten diese ändern, um die im Feld für jede Aufgabe oder Ressource zu erwartende Ungewissheit einzugeben.
- **Eingabetabelle erstellen für –** Durch diese Option werden die Aufgaben oder Ressourcen ausgewählt, auf die die eingegebene Verteilung und Spalten mit möglichen Werten angewendet werden sollen. Bei Auswahl eines Aufgabenfelds wählen Sie Aufgaben und bei Auswahl eines Ressourcenfelds wählen Sie Ressourcen aus. **Alle Aufgaben (oder Ressourcen)** – Über diese Option wird eine neue Verteilung für das gewählte Feld eingegeben, und zwar für jede Aufgabe oder Ressource in Ihrem Projekt.

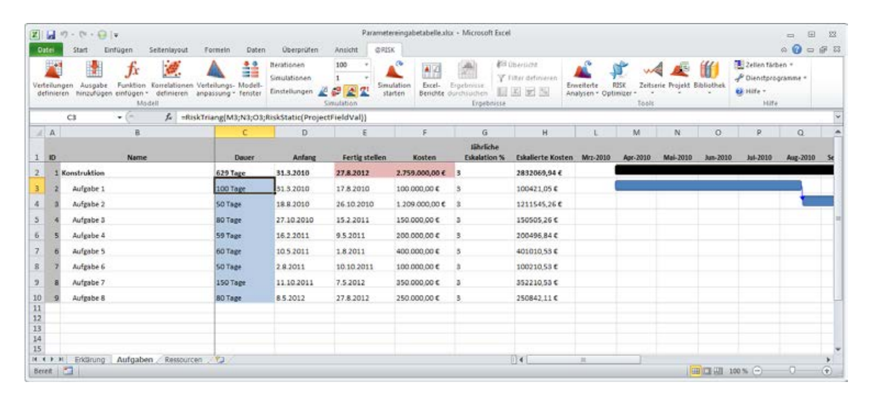
- **Ausgewählte Aufgaben (oder Ressourcen)** – Durch diese Option wird angegeben, dass jeder über **Hinzufügen** ausgewählten Aufgabe oder Ressource eine neue Verteilung für das gewählte Feld hinzugefügt werden soll. Über die Schaltfläche **Löschen** können von Ihnen vorgenommene Auswahlen in der Liste gelöscht werden. **Markiertes hinzufügen** – Diese Option ermöglicht Ihnen, eine Zelle zu wählen, die mit dem Feld verbunden ist, in dem sich der Wert befindet, den Sie zum Identifizieren von Aufgaben oder Ressourcen für die Tabelle verwenden möchten. Ein Textfeld in einem importierten Projekt könnte beispielsweise das Kennzeichen „Konstruktion" für jede Aufgabe in der Kategorie „Konstruktion" enthalten. Über **Markiertes hinzufügen** wählen Sie dann im Textfeld mit dem Kennzeichen „Konstruktion" eine Zelle aus und @RISK platziert anschließend alle Aufgaben mit demselben Kennzeichen in der Tabelle.
- **Ebenfalls die Eingabetabelle in Microsoft Project zu MPP hinzufügen –** Durch diese Option können Microsoft Project weitere Spalten hinzugefügt werden, und zwar dort, wo die Werte für die Parametereingabetabelle angezeigt werden sollen.

Diese Spalten sind für Textfelder bestimmt, die bei *Starten des Textfelds für Tabelle* beginnen.

Auf diese Weise können für die Parametereingabetabelle bestimmte Werte direkt in die MPP-Datei eingegeben werden. Wenn die mit der MPP-Datei verknüpfte Arbeitsmappe dann später geöffnet oder der Befehl **Jetzt synchr**. ausgewählt wird, werden die in der MPP-Datei befindlichen für die Parametereingabetabelle bestimmten Werte in Excel automatisch in die Tabelle kopiert**.**

Verwendung einer Parameter-eingabetabelle

Durch Erstellung einer Parametereingabetabelle werden Ihrem Projekt in Excel neue Spalten hinzugefügt. In diese Spalten können dann mögliche Werte für das ausgewählte Feld eingegeben werden.



Hier ist eine typische Excel-Funktion, die oft im Zusammenhang mit der Parametereingabetabelle verwendet wird:

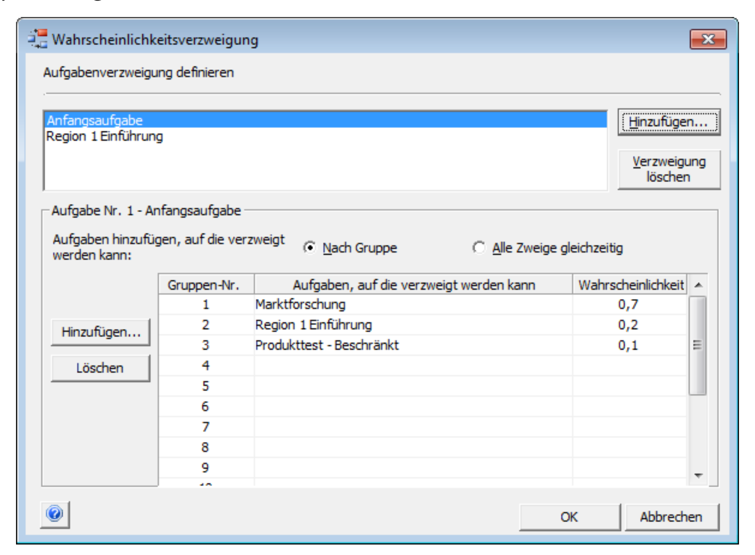
=RiskTriang(K3;L3;M3;RiskStatic(ProjectFieldVal))

Hinweis: Es kann nur eine Parametereingabetabelle pro Projekt verwendet werden. Wenn eine Parametereingabetabelle erneut eingegeben wird, werden dadurch Verteilungen für die vorhandene Tabelle verursacht und die Tabelle selbst entfernt.

Befehl „Wahrscheinlichkeitsverzweigung“

Anzeigen des Dialogfelds *Wahrscheinlichkeitsverzweigung*, in dem Verzweigungsinformationen für das aktive Projekt aufgelistet sind

Das Dialogfeld **Wahrscheinlichkeitsverzweigung** kann im Menü **Modellwerkzeuge** über den Befehl **Wahrscheinlichkeitsverzweigung** angezeigt werden. In diesem Fenster sind Wahrscheinlichkeitsverzweigungen für das aktive Projekt aufgelistet.



Die **Wahrscheinlichkeitsverzweigung** ermöglicht Ihnen, das Projekt während der Simulation von einer Aufgabe auf beliebig viele andere Aufgaben zu verzweigen. Jede der Aufgabengruppen, auf die verzweigt werden kann, ist mit einem Wahrscheinlichkeitswert versehen. Nach Beendigung der Planungsaufgabe besteht beispielsweise eine 10-prozentige Möglichkeit, dass Schlechtwetter-Konstruktionsaufgaben nachfolgen werden und eine 90-prozentige Möglichkeit, dass es sich bei der Nachfolge um die standardmäßigen Konstruktionsaufgaben handeln wird.

Hinweis: Für alle Aufgaben, für die Wahrscheinlichkeitsverzweigungen eingegeben werden, sollte im Projekt eine standardmäßige Nachfolgeaufgabe vorhanden sein. Wahrscheinlichkeitsverzweigungen können eine Änderung der Nachfolgeaufgabe verursachen und werden daher nur während der Simulation oder einschrittigen Monte Carlo-Neuberechnungen angewendet. In standardmäßigen, deterministischen und Projektplanungs-Berechnungen wird daher die reguläre Nachfolgeaufgabe verwendet.

Um die Eingabe von Aufgabenamen zu beschleunigen, wird durch die Schaltfläche **Hinzufügen** ein Auswahl-Editor angezeigt, über den Sie in Ihrem Projekt gewisse Aufgaben auswählen können, die in die Aufgabengruppe mit einbezogen werden sollen, auf die verzweigt werden kann. Werden Aufgaben **nach Gruppe** hinzugefügt, werden die ausgewählten Aufgaben in der Tabelle einer bestimmten Gruppe oder Zeile hinzugefügt. Wenn bei Aufgaben dagegen über **Alle Zweige gleichzeitig** hinzugefügt werden, wird jede gewählte Aufgabe in der Tabelle in ihrer eigenen Gruppe oder Zeile platziert. Mehrere Aufgaben können als zu verzweigende Aufgabengruppe eingegeben werden. Das ist zu empfehlen, wenn Sie auf eine Aufgabengruppe verzweigen möchten und jede dieser Aufgaben als Nachfolgeaufgabe eingesetzt werden soll.

- **Wahrscheinlichkeitsverzweigung während einer Simulation –** Nachdem die Simulationsaufgabe, für die die Wahrscheinlichkeitsverzweigung eingegeben wurde, abgeschlossen ist, wird @RISK Proben aus einer Aufgabengruppe erheben, auf die verzweigt werden soll, und zwar auf Basis der eingegebenen Wahrscheinlichkeiten. Anschließend werden die Aufgaben in der ausgewählten Gruppe zu den Nachfolgeaufgaben der beendeten Aufgabe gemacht und wird dann das Projekt mithilfe der Nachfolgeaufgaben neu berechnet.

- **Nullabgleich von nicht ausgewählten Zweigen –** Aufgaben, auf die bei irgendeiner Iteration nicht verzweigt wird sowie auch eindeutige Nachfolgeaufgaben dieser nicht verwendeten Verzweigungen werden durch Nullabgleich abgewählt. Der Wert für die Felder dieser Aufgaben wird mit #WERT angegeben, da sie in der Iteration nicht verwendet werden. Auf diese Weise wird vermieden, dass Ressourcen und Kosten auf nicht verwendete Aufgaben angewendet werden. Um eine Aufgabe mit Nullabgleich versehen zu können, muss sie einer der folgenden Bedingungen entsprechen:
  - Die Aufgabe muss sich auf einem nicht ausgewählten Zweig der Verzweigung befinden und darf keine anderen Vorgängeraufgaben als die Aufgabe haben, die sich auf dem genannten Zweig befindet.
  - Die Aufgabe darf nur Vorgängeraufgaben haben, die mit Nullabgleich versehen worden sind. Mit anderen Worten, es muss sich um eine Nachfolgeaufgabe handeln, die zu einem unbenutzten Zweig der Verzweigung gehört.

Verteilungsfunktionen für Wahrscheinlichkeitszweige

Wenn Wahrscheinlichkeitsverzweigung für eine Aufgabe definiert wird, erstellt @RISK eine diskontinuierliche Verteilungsfunktion in der Zelle, die mit dem Nachfolgefeld der verzweigten Aufgabe verbunden ist. Eine typische, mit einem Wahrscheinlichkeitszweig verbundene Verteilungsfunktion ist z. B.:

=WAHL(RiskDiscrete({1;2;3};{0,7;0,2;0,1};RiskStatic(1); RiskCategory("Wahrscheinlichkeitszweig"));"2";"8";"4")

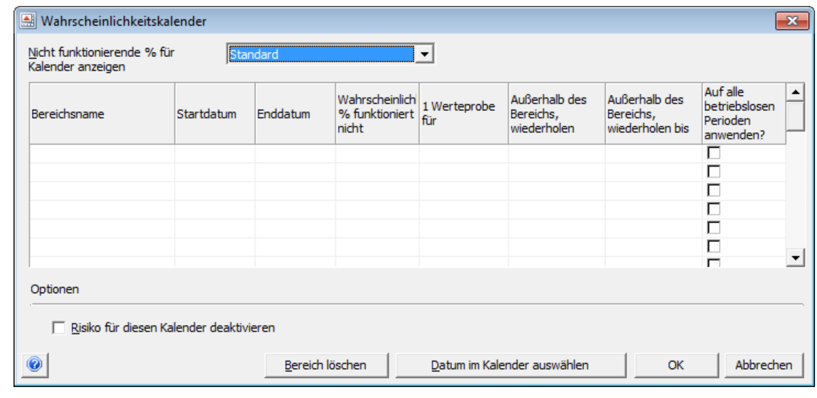
Die mögliche Nachfolgeaufgabe für diese Aufgabe wäre z. B. 2, 8 oder 4 (dies ist jeweils die eindeutige ID der Aufgabe und nicht die Aufgaben-ID). Sofern keine Simulation ausgeführt wird, gibt die Funktion den Wert für die erste Aufgabe in der Liste – also „1“ – zurück.

Hinweis: Falls Sie während einer Simulation eine Aufgabe ausführen möchten, die sich nicht im Ablaufplan befindet, sollten Sie vielleicht die Funktion RiskProjectAddDelay verwenden. Bei jeder Iteration kann diese Funktion wahlweise nach der von Ihnen angegebenen Aufgabe eine „neue“ Aufgabe mit entsprechenden Kosten und entsprechender Dauer hinzufügen. Mit anderen Worten, wenn Risiken auftreten, können neue Aufgaben ausgeführt werden.

Befehl „Wahrscheinlichkeitskalender“

Anzeigen des Dialogfelds „Wahrscheinlichkeitskalender“, in dem die Informationen über den Wahrscheinlichkeitskalender aufgelistet sind

Der Befehl **Wahrscheinlichkeitskalender** im Menü **Modell** ermöglichen Ihnen, in die Kalender Wahrscheinlichkeiten für betriebslose Tage einzugeben und in die Simulation mit einzubeziehen. Dadurch können Ereignisse berücksichtigt werden, die vielleicht das Ergebnis Ihres Projekts beeinträchtigen könnten, wie z. B. Wetterbedingungen während bestimmter Jahreszeiten. Standardmäßig werden in @RISK die während der Simulation in Microsoft Project erstellten Kalender verwendet. Sie können jedoch gewisse Umstände, die die Kalender beeinflussen könnten, in das Modell mit einbeziehen, indem Sie wahrscheinlichkeitstheoretische Prozentwerte mit bestimmten Datumswerten und Datumsbereichen in Verbindung bringen. Diese Prozentwerte können dann sowohl mit einzelnen Arbeitstagen als auch mit Arbeitstagbereichen in Zusammenhang gebracht werden. Sie können auch im Bereich befindliche „Ruhetage“ in die Arbeitszeit mit einbeziehen.



Wahrscheinlichkeiten für betriebslose Tage werden nach Datumsbereich eingegeben. Für einen Kalender können beliebig viele Datumsbereiche eingerichtet werden. Die Wahrscheinlichkeit betriebsloser Tage kann entweder auf einzelne Tage in einem gegebenen Datumsbereich oder auch auf den ganzen Bereich insgesamt angewendet werden. Auch ist es möglich, die Wahrscheinlichkeiten für betriebslose Tage erneut außerhalb des Datumsbereichs, z. B. auf jede Woche oder jeden Monat anzuwenden.

Folgende Einträge können in das Dialogfeld **Wahrscheinlichkeitskalender** vorgenommen werden:

- **% der betriebslosen Tage für Kalender anzeigen** – ermöglicht Ihnen, den richtigen Projektkalender zur Eingabe der Wahrscheinlichkeiten auszuwählen.
- **In .MPP** – zur Auswahl des geöffneten Projekts, für das die verfügbaren Kalender aufgelistet werden sollen (wird nur angezeigt, wenn mehrere Projekte geöffnet sind).
- **Bereichsname** – ein beschreibender Name für den Datumsbereich, für den die Wahrscheinlichkeiten betriebsloser Tage eingegeben werden sollen.
- **Startdatum** – das Anfangsdatum des Datumsbereichs, für den die Wahrscheinlichkeiten betriebsloser Tage eingegeben werden sollen.
- **Enddatum** – das Enddatum des Datumsbereichs, für den die Wahrscheinlichkeiten betriebsloser Tage eingegeben werden sollen.
- **Wahrscheinlichkeit betriebsloser Tage** – Prozentsatz der Chance, dass es sich bei diesem Datumsbereich oder irgendeinem Datum in diesem Bereich um einen betriebslosen Tag handelt.
- **1 Werteprobe für** – zur Auswahl einer Werteprobe für Arbeitstage/betriebslosen Tage, die auf jeden Tag im eingegebenen Bereich oder auf den gesamten Bereich anzuwenden ist. Wenn Sie beispielsweise einen Bereich von 5 Tagen haben und 1 Werteprobe für jeden Tag im eingegebenen Bereich wählen, werden insgesamt 5 Proben erhoben und die Einstellung für Arbeitstage/betriebslose Tage wird dann für jeden Tag im Bereich einzeln vorgenommen. Wenn Sie dagegen 1 Werteprobe für den Gesamtbereich auswählen, wird nur eine Probe erhoben und die Einstellung für Arbeitstage/betriebslose Tage wird auf Basis dieser Probe für alle Tage im Bereich gemeinsam vorgenommen

- **Außerhalb des Bereichs, wiederholen** – ermöglicht, dass der angegebene Bereich jede Woche, jeden Monat oder jedes Jahr automatisch wiederholt wird, bis das eingegebene *Wiederholen bis*-Datum erreicht ist. Dies ist recht nützlich, wenn Sie eine Wahrscheinlichkeit für Arbeitstage/betriebslose Tage für den Bereich eingegeben haben, wie z. B. den Freitag. Die Anwendung dieser Wahrscheinlichkeit kann dann jede Woche wiederholt werden, ohne die Notwendigkeit, zusätzliche Bereiche einzugeben.

- **Außerhalb des Bereichs, wiederholen bis** – hierdurch wir das Enddatum für die Wiederholung des eingegebenen Bereichs festgelegt, der unter **Außerhalb des Bereichs, wiederholen** eingestellt wurde.

- **Auf alle betriebslose Perioden anwenden** – betrachtet bei Einstellung der Arbeitstage/betriebslosen Tage aller Datumsperioden im Bereich (einschließlich solcher, die ursprünglich als betriebslose Perioden eingestellt waren, wie z. B. Wochenenden) als Arbeitsperioden.

Anwendungs-möglichkeiten von Wahrscheinlich-keitskalendern

Bei jeder Simulations-Iteration verwendet @RISK zuerst Ihre eingegebenen Wahrscheinlichkeiten, um festzustellen, ob ein gegebener Tag in den eingegebenen Datumsbereichen des entsprechenden Kalenders ein Arbeitstag oder ein betriebsloser Tag ist. Alle nachfolgenden Project-Berechnungen während der Iteration finden dann unter Verwendung der neuen Kalender statt.

Bei Eingabe der Wahrscheinlichkeitskalender sind folgende Optionen verfügbar:

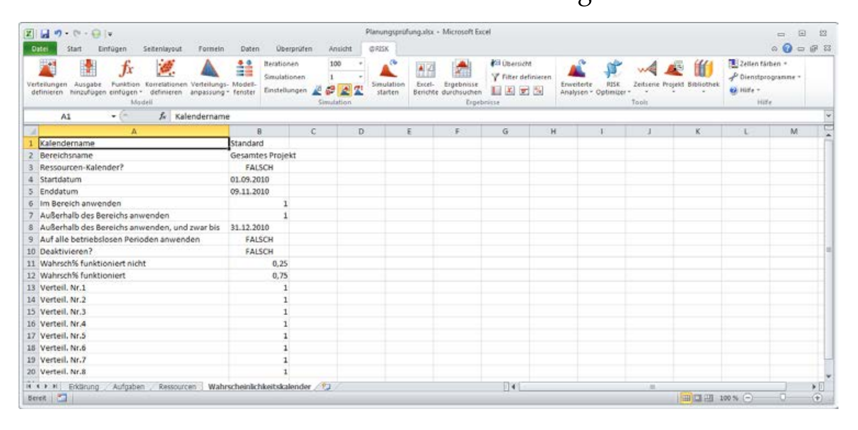
- **Risiko für diesen Kalender deaktivieren** – deaktiviert die Verwendung von betriebslosen Wahrscheinlichkeiten im ausgewählten Kalender, behält jedoch die eingegebenen Wahrscheinlichkeiten unverändert bei. Dadurch wird das Testen der Auswirkung von eingegebenen Wahrscheinlichkeiten betriebsloser Tage auf die Simulationsergebnisse ermöglicht.

Durch Anklicken von **Auf alle Kalender anwenden** werden die in den aktuellen Kalender eingegebenen Datumsbereiche in alle für das ausgewählte Projekt definierten Kalender kopiert.

Wenn Sie dagegen auf **Bereich löschen** klicken, wird der in der ausgewählten Zeile befindliche Datumsbereich gelöscht. Obwohl ein Bereich im Dialogfeld gelöscht ist, befindet er sich jedoch weiterhin in Ihrem Projekt, bis Sie auf OK drücken und dadurch das Dialogfeld **Wahrscheinlichkeitskalender** beendet wird.

Kalenderberechnungen in Excel

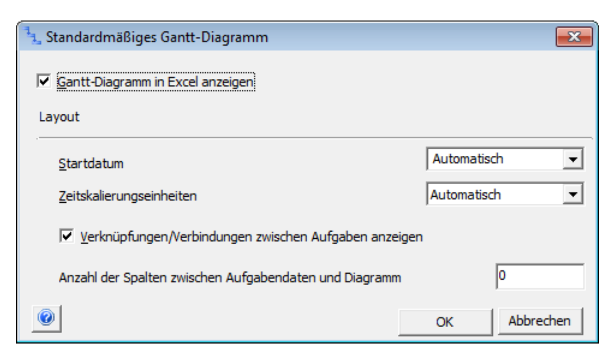
Bei Berechnungen für Wahrscheinlichkeitskalender werden in Excel Verteilungen auf einem neuen Arbeitsblatt verwendet, das der Arbeitsmappe des Projekts hinzugefügt wird. Dieses Arbeitsblatt mit dem Namen **Wahrscheinlichkeitskalender** enthält alle für Kalenderkalkulationen erforderlichen Verteilungsfunktionen.



Befehl „Standard Gantt“

Anzeigen der für das Gantt-Diagramm in Excel für eine Projektablaufsplanung verfügbaren Optionen

In @RISK kann ein Gantt-Diagramm der Ablaufsplanung angezeigt werden, die aus Microsoft Projekt in Excel importiert wurde. Im Menü **Diagramme und Berichte** kann über den Befehl **Standard-Gantt** das Dialogfeld **Standardmäßiges Gantt-Diagramm** angezeigt werden, in dem die Anzeige dieser Gantt-Diagramme gesteuert werden kann.



- **Gantt-Diagramm in Excel anzeigen –** Standardmäßig werden die Gantt-Diagramme für durch @RISK importierte Projekte angezeigt. Das Gantt-Diagramm braucht aber nicht unbedingt angezeigt werden. Sie würden dieses Diagramm z. B. wahrscheinlich nicht anzeigen, wenn Sie die dafür benötigten Zellen im Arbeitsblatt für Formeln verwenden möchten, durch die in Excel die Projektberechnungen unterstützt werden sollen.

- **Layout –** Durch Layout-Optionen werden die für das Gantt-Diagramm verwendeten Datumswerte und Einheiten gesteuert. Über **Startdatum** wird das Anfangsdatum für die linke Seite des Diagramms eingestellt. Mithilfe von **Zeitskalierungseinheiten** werden die im Diagramm verwendeten Einheiten (Tage, Wochen, Monate, Jahre usw.) gesteuert. Durch **Datumsformat** wird das Format für die oben im Diagramm angezeigten Datumswerte festgelegt.

- **Verknüpfungen/Verbindungen zwischen Aufgaben anzeigen** – Über diese Option können Sie die Vorgänger-/Nachfolgeverbindungen zwischen den im Gantt-Diagramm angezeigten Balken einblenden lassen. Bei großen Projekten ist diese Option standardmäßig deaktiviert.

- **Anzahl der Spalten zwischen Aufgabendaten und Diagramm** – Diese Option wird benutzt, um Spalten zwischen Gantt-Diagramm und Projektaufgabendaten einzufügen. Diese Spalten sind praktisch für Formeln und Text, die im Projekt mit Aufgabendaten verknüpft werden sollen.

Hinweis: In einem standardmäßigen Gantt-Diagramm können nur bis zu 1000 Aufgaben angezeigt werden.

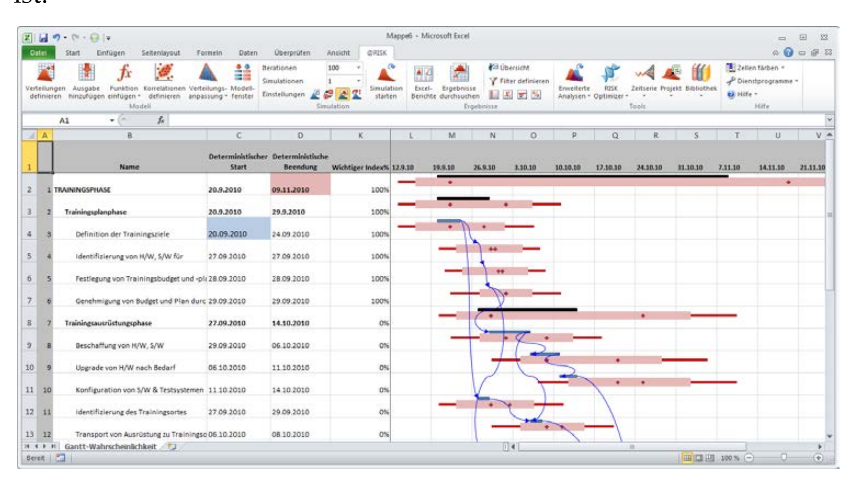
Befehl „Wahrscheinlichkeits-Gantt“

Anzeigen der Optionen für das Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm, das nach Ausführung einer Simulation der Projektablaufsplanung verfügbar ist

Im Menü **Diagramme und Berichte** kann über den Befehl **Wahrscheinlichkeits-Gantt** das Dialogfeld **Gantt-Wahrscheinlichkeit** angezeigt werden, in dem 1) die Anzeige dieser Diagramme gesteuert und 2) das Diagramm selbst erstellt werden kann.

Standardmäßig zeigt das Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm das früheste (10. Perzentil – P10) und erwartete Startdatum sowie auch das erwartete (90. Perzentil – P90) und späteste Enddatum für Projektaufgaben an. Außerdem enthält der Bericht den **kritischen Index** für jede Aufgabe, d. h. den Prozentsatz an Zeit während der Simulation, den die Aufgabe auf dem kritischen Pfad des Projekts verbrachte. Der kritische Index gibt Geschäftsführern die Möglichkeit, die Wichtigkeit von Aufgaben zu bewerten.

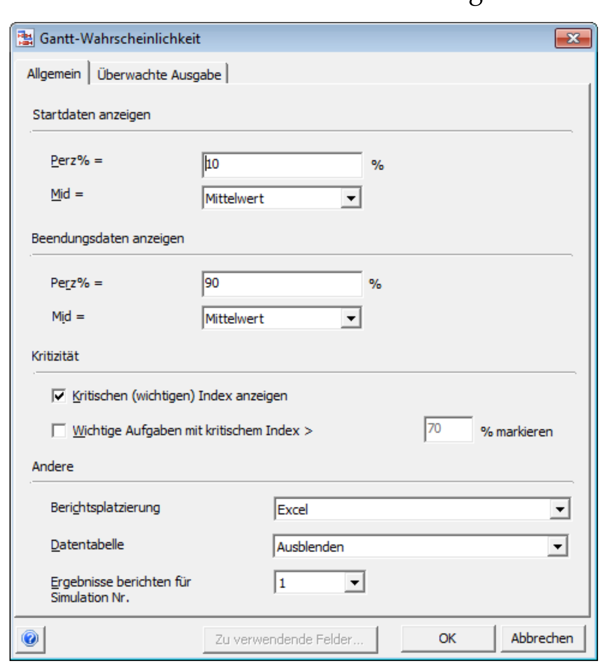
Bei jeder Iteration einer Simulation werden durch @RISK die Datumswerte für Beginn und Ende der einzelnen Aufgaben gesammelt und auch, ob die betreffende Aufgabe sehr wichtig für das Projekt war. Mithilfe dieser Daten wird dann die Statistik berechnet, die anschließend im Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm zu sehen ist.



Im Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm ist für jede Aufgabe Folgendes zu sehen:

- **Blaue Balken und Verbindungen** zeigen Ihnen den deterministischen Ablaufsplan für das Projekt. Diese Angaben sind so ähnlich wie im Gantt-Standarddiagramm.
- Durch den **dünnen, rot ausgefüllten Balken** ist der Bereich zwischen frühest möglichem Startdatum und spätest möglichem Enddatum für jede Aufgabe zu erkennen.
- Der **längere leicht rote Balken** weist auf den Bereich zwischen dem **Perz%**-Wert des Startdatums (standardmäßig P10) und dem **Perz%**-Wert des Enddatums (standardmäßig P90) hin.
- Die **kleinen roten Rauten-Markierungen** zeigen den Mittelwert für das Start- und Enddatum jeder Aufgabe.

Die im Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm angezeigten Informationen können auch Ihren Wünschen angepasst werden. Sie können beispielsweise die Wahrscheinlichkeitswerte auswählen, die im Diagramm angezeigt werden sollen. Wenn gewünscht, können auch Empfindlichkeitsinformationen mit einbezogen werden.



Registerkarte „Allgemein“ – Gantt-Wahrscheinlichkeit

Die auf dieser Registerkarte gezeigten Informationen spezifizieren die im Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm zu sehenden Informationen. Die unter **Startdaten anzeigen** aufgeführten Optionen beziehen sich auf die anzuzeigenden simulierten Startdatumswerte. Folgende Optionen sind verfügbar:

- **Perz% –** zur Auswahl des für jede Aufgabe anzuzeigenden Startdatums, das mit dem eingegebenen Perzentilwert verbunden ist (das 10 Perz%-Datum ist z. B. das Datum mit nur einer zehnprozentigen Chance, das sich das Startdatum verfrühen wird).
- **Mid –** zur Auswahl des für jede Aufgabe anzuzeigenden mittleren Startdatums (das durch Verteilung der möglichen Startdatumswerte berechnet wurde).

Die unter **Beendungsdaten anzeigen** aufgeführten Optionen beziehen sich auf die anzuzeigenden simulierten Enddatumswerte. Folgende Optionen sind verfügbar:

- **Perz% –** zur Auswahl des für jede Aufgabe anzuzeigenden Enddatums, das mit dem eingegebenen Perzentilwert verbunden ist (das 90 Perz%-Datum ist z. B. das Datum mit nur einer zehnprozentigen Chance, das sich das Enddatum verspäten wird).
- **Mid –** zur Auswahl des für jede Aufgabe anzuzeigenden mittleren Enddatums (das durch Verteilung der möglichen Enddatumswerte berechnet wurde).

Die unter **Kritizität** aufgeführten Optionen beziehen sich auf die anzuzeigenden simulierten Informationen des kritischen Index. Folgende Optionen sind verfügbar:

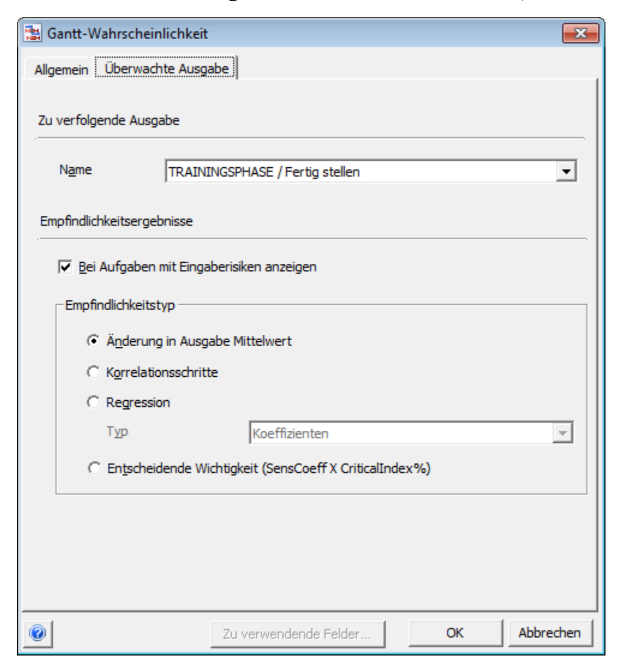
- **Kritischen (wichtigen) Index anzeigen –** Wählen Sie diese Option, um im Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm über dem Balken für jede Aufgabe den simulierten kritischen Index anzugeben, d. h. den Prozentsatz an Zeit, den sich eine Aufgabe auf dem kritischen Pfad befindet.
- **Wichtige Aufgaben mit kritischem Index > markieren –** Durch diese Option werden im Gantt-Risikodiagramm die Aufgaben markiert, für die der kritische Index einen höheren Prozentsatz als den eingegebenen zeigt. Balken für diese Aufgaben sind in Gelb angezeigt.

Berichtsplatzierung – Über diese Option können Sie auswählen, ob das Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm in einem Arbeitsblatt in

Excel oder in einer neuen Tabelle in Microsoft Project platziert werden soll.

Registerkarte „Überwachte Ausgabe“ – Gantt-Wahrscheinlichkeit

Über diese, im Dialogfeld **Gantt-Wahrscheinlichkeit** befindliche Registerkarte wird die Ausgabe angegeben, deren Empfindlichkeitsanalysenergebnisse im Wahrscheinlichkeitsdiagramm angezeigt werden sollen. Auch können Sie auswählen, welche Art von Empfindlichkeitsanalysenergebnissen Sie angezeigt haben möchten. Empfindlichkeitsergebnisse werden nur für solche Aufgaben berichtet, denen in einem oder mehreren zugehörigen Feldern Eingabeverteilungen zugewiesen sind (d. h. nur für Aufgaben, bei denen Ungewissheit vorhanden ist).



Unter **Name** ist die Simulationsausgabe zu sehen, für die die Empfindlichkeiten berechnet werden. Hier sind alle vom Benutzer ausgewählten Ausgaben, die durch RiskOutput-Funktionen identifiziert sind, aufgelistet.

Mithilfe der Optionen unter **Empfindlichkeitsergebnisse** kann die Art der Empfindlichkeitsanalysenergebnisse angegeben werden, die angezeigt werden sollen:

- **Bei Aufgaben mit Eingaberisiken anzeigen** – Wählen Sie diese Option, wenn Sie Empfindlichkeitsanalysenergebnisse für Aufgaben berichtet haben möchten, denen in einem oder mehreren Feldern Eingabeverteilungen zugewiesen sind.

  Im Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm werden der Datentabelle Spalten für Empfindlichkeitsinformationen hinzugefügt.

  Wird diese Option nicht gewählt, werden auch keine Empfindlichkeitsanalyseninformationen generiert oder angezeigt.

  Typ – Über **Typ** wird die Art der Empfindlichkeitsanalysen-Daten ausgewählt, die in einer Eingabeverteilung für jede Aufgabe angezeigt werden sollen. Hierfür sind die Optionen **Korrelation, Regression** und **Wichtigkeit** verfügbar. Bei **Korrelation** und **Regression** handelt es sich um Empfindlichkeitsanalysenmethoden, die in @RISK integriert sind. Weitere Informationen hierüber sind über den im @RISK-Fenster befindlichen Befehl **Empfindlichkeiten** im **@RISK für Excel-Benutzerhandbuch** zu finden. **Wichtigkeit** ist einfach ein berechneter Koeffizient, bei dem es sich um eine Kombination von kritischem Index und Korrelationsempfindlichkeits-Koeffizienten handelt. Dieser Index bewertet die berichtete Empfindlichkeit einer Aufgabe nach der prozentualen Zeitlänge, die sich diese Aufgabe auf dem kritischen Pfad befindet. Das wird durch Multiplizierung der beiden Werte (d. h. des kritischen Indexes und des Korrelationsempfindlichkeits-Koeffizienten) berechnet.

Befehl „Zeitskalierte Daten“

Anzeigen der Optionen für den Bericht *Zeitskalierte Daten*, der nach Ausführung einer Simulation der Projektablaufsplanung verfügbar ist

Im Menü **Diagramme und Berichte** kann über den Befehl **Zeitskalierte Daten** das Dialogfeld **Zeitskalierte Daten** angezeigt werden, in dem 1) die im Bericht **Zeitskalierte Daten** angezeigten Informationen gesteuert werden können und 2) auch der Bericht selbst erstellt werden kann.

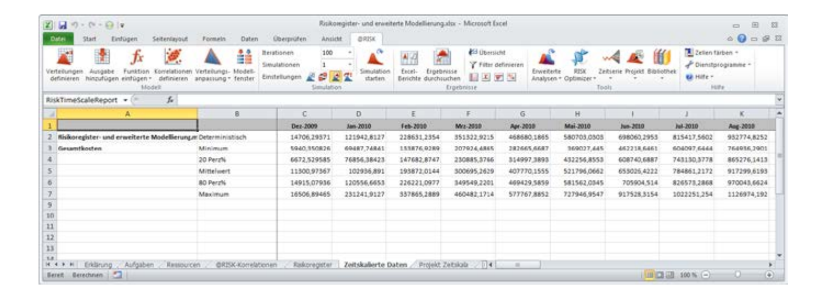
Solange an einem Projekt gearbeitet wird, stehen stets nach Zeitperiode skalierte Daten zur Verfügung. Microsoft Project bietet viele Arten von zeitskalierten Daten, wie z. B. für Kosten, Gesamtkosten und die Arbeit. Diese Daten sind sowohl für Aufgaben als auch für Ressourcen verfügbar.

Während einer Simulation können durch @RISK zeitskalierte Daten gesammelt werden. Mithilfe dieser Daten kann @RISK Wahrscheinlichkeitsverteilungen erstellen, durch die im Bericht ein Bereich von möglichen Werten für jede Zeitperiode angezeigt werden kann. Zusätzlich zur Verteilung der möglichen Gesamtkosten des Projekts möchten Sie vielleicht auch die Verteilung der Gesamtkosten auf jeden Monat oder jedes Jahr des Projekts sehen. Durch den zeitskalierten Datenbericht werden derartige Informationen gleich nach einer Simulation zur Verfügung gestellt.

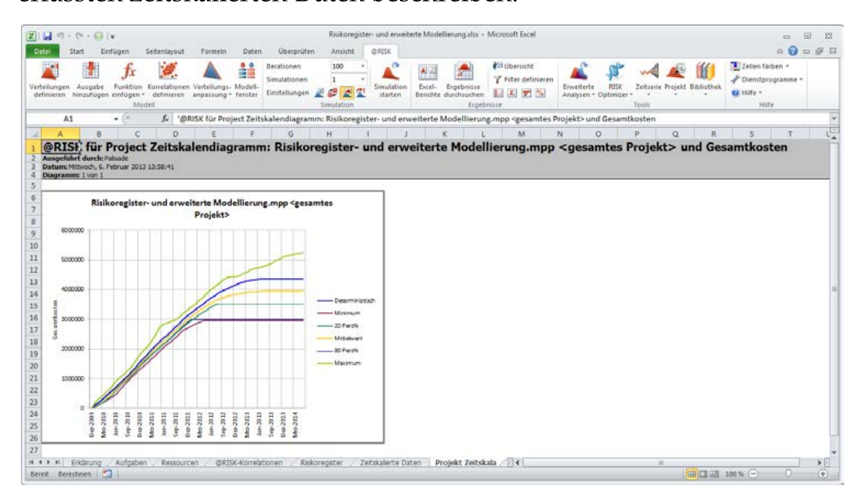
Um vor einer Simulation über zeitskalierte Daten zu berichten, müssen Sie die zu sammelnden Daten erst auswählen. Das geschieht über die Option **Zeitskalierte Daten sammeln** unter dem Befehl **Projekteinstellungen.** Weitere Informationen über diesen Befehl finden Sie weiter hinten in diesem Kapitel.

Zeitskalierter Datenbericht

Sobald Sie die zu sammelnden Daten ausgewählt haben, kann eine Simulation ausgeführt werden. Für jede Iteration wird der Wert der ausgewählten Felder für die einzelnen Zeitperioden des Projekts erfasst. Nach Abschluss der Simulation beschreibt folgender Bericht die Wahrscheinlichkeiten für die Werte der erfassten zeitskalierten Daten:

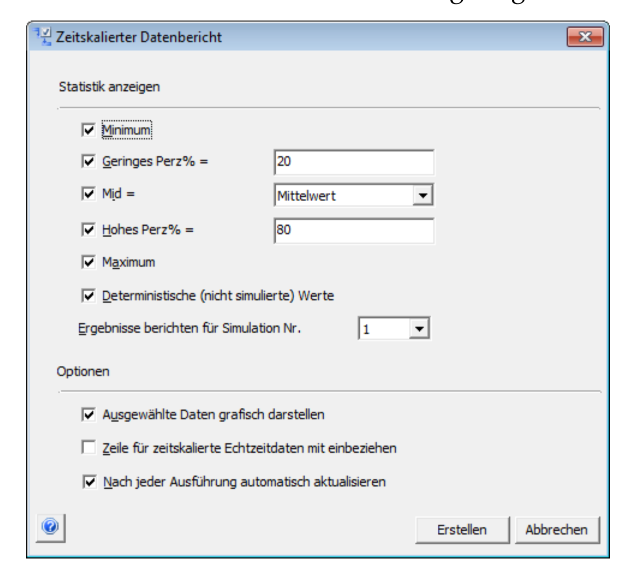

Risikoregister- und erweiterte Modellierung.xlsx - Microsoft Excel
Datei
Start
Einfügen
Seitenlayout
Formeln
Daten
Überprüfen
Ansicht
@RISK
Verteilungen definieren
Ausgabe hinzufügen
Funktion einfügen
Korrelationen definieren
Verteilungs- anpassung
Modell- fenster
Modell
Iterationen
100
Simulationen
1
Einstellungen
Simulation starten
Simulation
Excel- Berichte
Ergebnisse durchsuchen
Übersicht
Filter definieren
Ergebnisse
Erweiterte Analysen
RISK Optimizer
Zeitserie
Projekt
Bibliothek
Tools
Zellen färben
Dienstprogramme
Hilfe
RiskTimeScaleReport
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
Dez-2009
Jan-2010
Feb-2010
Mrz-2010
Apr-2010
Mai-2010
Jun-2010
Jul-2010
Aug-2010
Risikoregister- und erweiterte Modellierung.m
Deterministisch
14706,29371
121942,8127
228631,2354
351322,9215
468680,1865
580703,0303
698060,2953
815417,5602
932774,8252
Gesamtkosten
Minimum
5940,350826
69487,74841
153876,9289
207924,4865
282665,6687
369027,445
462218,6461
604097,6444
764936,2901
20 Perz%
6672,529585
76856,38423
147682,8747
230885,3766
314997,3893
432256,8553
608740,6887
743130,3778
865276,1413
Mittelwert
11300,97367
102936,891
193872,0144
300695,2629
407770,1555
521796,0662
653026,4222
784861,2172
917299,6193
80 Perz%
14915,07936
120556,6653
226221,0977
349549,2201
469429,5859
581562,0345
705904,514
826573,2868
970043,6624
Maximum
16506,89465
231241,9127
337865,2889
460482,1714
577767,8852
727946,9547
917528,3154
1022251,254
1126974,192
Erklärung
Aufgaben
Ressourcen
@RISK-Korrelationen
Risikoregister
Zeitskalierte Daten
Projekt Zeitskala
Bereit
Berechnen
100 %

Es werden Diagramme erstellt, die die Statistiktendenzen der erfassten zeitskalierten Daten beschreiben:



Dialogfeld „Zeitskalierter Datenbericht“

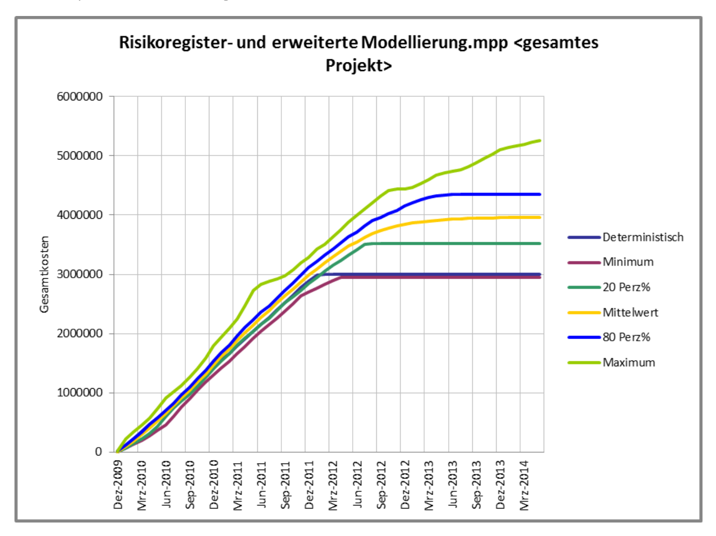
Im Dialogfeld **Zeitskalierter Datenbericht** sind die Optionen für die in den Bericht mit einzubeziehenden Daten angezeigt.



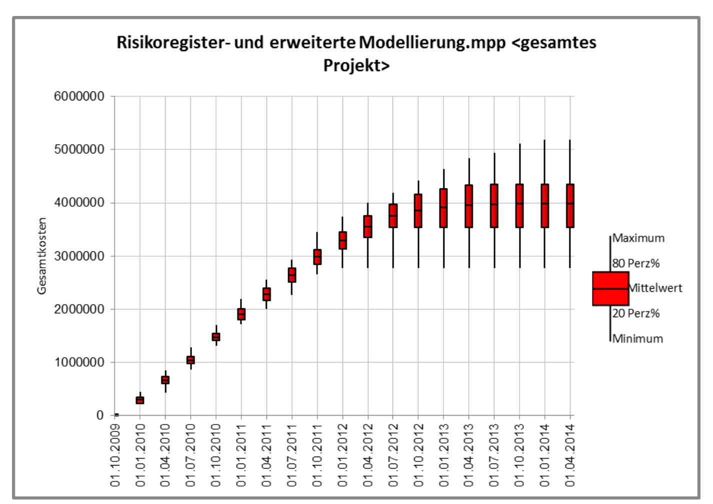
Die im Bericht zu sehende Tabelle kann bis zu sechs Werte enthalten. Die Werte für **Geringes Perz%** und **Hohes Perz%** beziehen sich auf die Perzentilwerte der für die einzelnen Zeitperioden erfassten Daten. Wenn Sie beispielsweise Werte für die monatlichen Gesamtkosten eines Projekts sammeln, ist der 20 Perz%-Wert der Wert, für den nur bei 20 % der Zeit ein Wert auftreten kann, der geringer als der angezeigte Wert ist.

- **Bei deterministischen (nicht simulierten) Werten** handelt es sich um zeitskalierte Werte für die Projektablaufsplanung, wenn keine Simulation ausgeführt wird. Das ist das gleiche, als ob Sie in Microsoft Project über solche zeitskalierten Werte berichten, ohne dabei @RISK auszuführen.

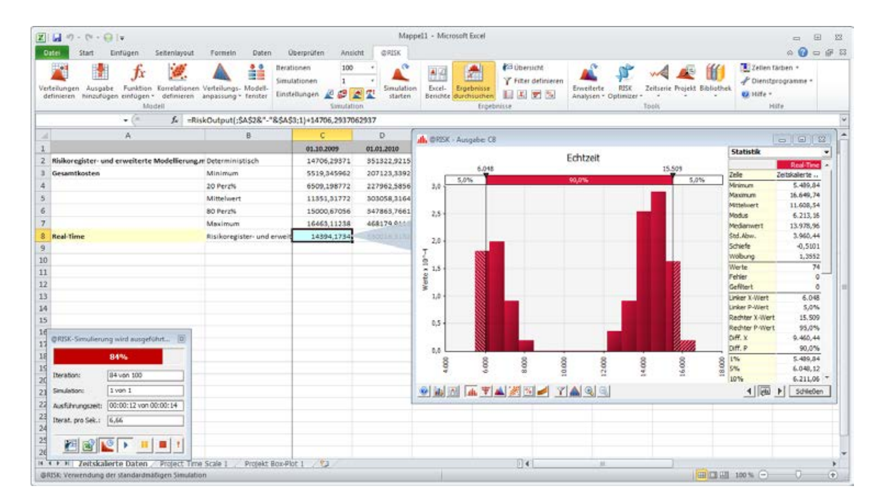
- Über **Ausgewählte Daten grafisch darstellen** können Sie in Excel Diagramme erstellen, aus denen die Tendenzen für die zeitskalierten Daten im Laufe des gesamten Projekts hervorgehen. Sowohl **Liniendiagramme** als auch **Box-Whisker-Diagramme** werden im standardmäßigen Excel-Format erstellt. Beim **Liniendiagramm** werden einzelne Diagramme erstellt, aus denen jeweils die Änderung in den ausgewählten Statistiken im Laufe des Projekts hervorgeht.



Beim **Box-Whisker-Diagramm** werden einzelne Box-Plots für jede Zeitperiode im Projekt erstellt. Aus einem Box-Plot geht der Bereich zwischen dem ausgewählten **geringen Perz%-** und dem **hohen Perz%-Wert** hervor. Das Whisker-Diagramm zeigt für jede Zeitperiode den Bereich zwischen Minimal- und Maximalwert.



- **Zeile für zeitskalierte Echtzeitdaten mit einbeziehen** – Über diese Option können Sie wahlweise während der Simulation eine vollständige @RISK-Verteilung erstellen, und zwar für jede Zeitperiode der zeitskalierten Daten. Bei Auswahl dieser Option wird der Tabelle im Bericht **Zeitskalierte Daten** eine neue Zeile hinzugefügt. In dieser Zeile wird dann automatisch in den einzelnen Zellen für jede Zeitperiode eine RiskOutput-Funktion platziert. Wenn die Simulation erneut ausgeführt wird, handelt es sich bei der für jede Zelle in der Zeile angezeigten Verteilung um die Verteilung der möglichen Werte für die zeitskalierten Daten in der betreffenden Zeitperiode.



Zum Analysieren der erstellten Simulationsausgaben können alle standardmäßigen @RISK für Excel-Analysen verwendet werden. Mithilfe der Empfindlichkeitsanalyse können die wichtigen Faktoren, die sich auf die Werte in einer Periode auswirken, angezeigt werden, wie z. B. die Hauptantreiber der Kosten für das 1. Jahr. Durch Punktdiagramme können die Werte in einer Zeitperiode mit anderen Modelleingaben und -ausgaben verglichen werden.

Hinweis: Sobald die Option **Zeile für zeitskalierte Echtzeitdaten mit einbeziehen** ausgewählt wurde, muss die Simulation erneut ausgeführt werden, um die vollständigen @RISK-Verteilungen der zeitskalierten Daten zu erhalten. Dieser Schritt ist erforderlich, da Simulationen bei Erstellung vollständiger @RISK-Verteilungen nicht ganz so schnell ausgeführt werden können und @RISK solche Simulationen daher nicht standardmäßig vornimmt. Sobald die RiskOutput-Funktionen hinzugefügt worden sind, können durch jede nachfolgende Simulation jedoch komplette @RISK-Verteilungen für zeitskalierte Daten erstellt werden.

- **Nach Simulation automatisch aktualisieren** – Über diese Option wird @RISK angewiesen, den erstellten Bericht bei jeder neuen Simulation automatisch mit den neuen Werten zu aktualisieren. Dadurch wird dann jeweils der vorhergehende Bericht überschrieben. Wenn Sie **Zeile für zeitskalierte Echtzeitdaten mit einbeziehen** wählen, passiert das immer automatisch, sodass die Statistiken aus @RISK-Verteilungen dann jeweils genau den im Bericht angezeigten Daten entsprechen.

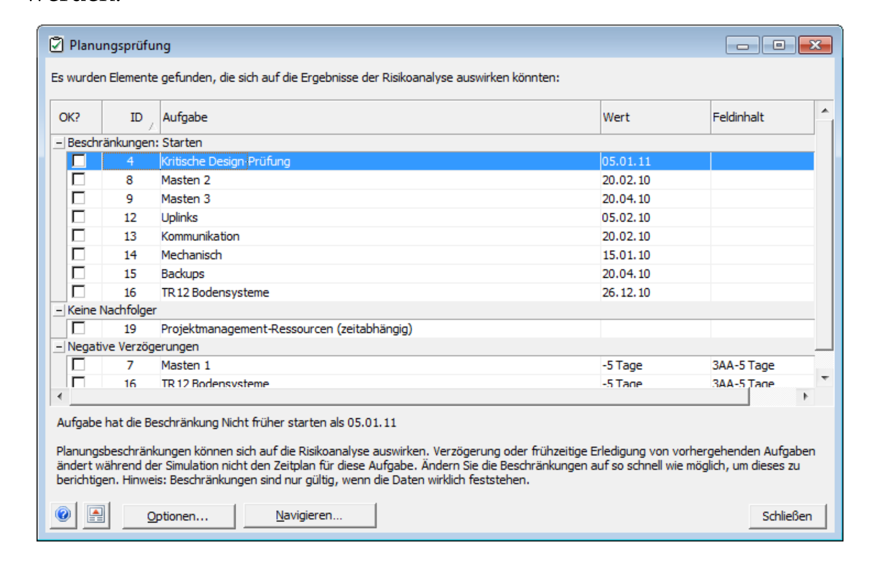
Befehl „Planungsprüfung“

Überprüfen einer Projektablaufsplanung auf Bereitsein für die Risikoanalyse

Über diesen Befehl kann die Projektablaufsplanung überprüft werden, um falsche oder unvollständige Einträge zu identifizieren, die die Ergebnisse einer Risikoanalyse negativ beeinflussen könnten.

Viele Fehler oder Auslassungen in einer Projektablaufsplanung können die Simulationsergebnisse erheblich beeinträchtigen. Wenn beispielsweise eine Vorgänger- oder Nachfolgeverknüpfung von zwei Aufgaben nicht angegeben ist, werden vielleicht während der Simulation auftretende Änderungen in der Zeitdauer von Aufgaben nicht überall in der Planung berücksichtigt. Beschränkungen können ebenfalls die Simulationsergebnisse beeinflussen. Wenn eine Aufgabe beispielsweise mit der Beschränkung **Nicht früher starten als** versehen ist, haben die simulierten Planungsänderungen vielleicht keine Auswirkung auf die Aufgabe, da diese nicht vor dem eingegebenen Datum gestartet werden kann.

Es ist daher wichtig, dass die durch eine Planungsprüfung identifizierten Probleme noch vor der Risikoanalyse aus der Welt geschafft werden. Einige identifizierte Punkte machen vielleicht keine Änderung erforderlich, da sie für die ordnungsgemäße Projektplanung unbedingt nötig sind. Bei anderen Fragen kann es sich aber auch einfach um Fehler handeln, die sich bei Planungserstellung eingeschlichen haben. Solche Fehler sollten umgehend berichtigt werden.



Durch eine Planungsprüfung wurden folgende fragliche Punkte in Bezug auf die einzelnen Aufgaben festgestellt:

1) **Beschränkungen: Nicht früher starten als**

Beschreibung: Bei der Beschränkung **Nicht früher starten als** kann es während der Simulation vorkommen, das die Planung einer Aufgabe durch Verzögerungen oder verfrühte Fertigstellung vorhergehender Aufgaben überhaupt nicht beeinflusst wird. Das kann durch Änderung auf **Ende-Start-Aufgabenabhängigkeit** korrigiert werden. Hinweis: Beschränkungen sind nur gültig, wenn die Daten wirklich feststehen.

2) **Beschränkungen: Nicht früher beenden als**

Beschreibung: Bei der Beschränkung **Nicht früher beenden als** kann es während der Simulation vorkommen, das die Planung einer Aufgabe durch Verzögerungen oder verfrühte Fertigstellung vorhergehender Aufgaben überhaupt nicht beeinflusst wird. Das kann durch Änderung auf **Ende-Start-Aufgabenabhängigkeit** korrigiert werden. Hinweis: Beschränkungen sind nur gültig, wenn die Daten wirklich feststehen.

3) Negative Verzögerungen

Beschreibung: Für die Länge der negativen Verzögerung kann kein Unbestimmtheitswert angegeben werden, aber in vielen Fällen ist die Verzögerungslänge in der Tat unbestimmt. Vielleicht möchten Sie die Start-Start-Abhängigkeit zwischen den Aufgaben verwenden, d. h. eine Aufgabe für die Verzögerung selbst hinzufügen und dann der neuen Aufgabe die Ungewissheit zuweisen.

4) Keine Vorgänger

Beschreibung: Es wurde keine Vorgängeraufgabe zugewiesen. Simulierte Änderungen der Pläne wirken sich während der Simulation nicht auf eine Aufgabe ohne Vorgängeraufgaben aus. Überprüfen Sie, ob irgendwelche Aufgabenabhängigkeiten fehlen.

5) Keine Nachfolger

Beschreibung: Es wurde keine Nachfolgeaufgabe zugewiesen. Durch Änderung der simulierten Planung für eine Aufgabe ohne Nachfolgeaufgaben werden andere Aufgaben während der Simulation nicht verzögert. Überprüfen Sie, ob irgendwelche Aufgabenabhängigkeiten fehlen.

6) Positive Verzögerungen

Beschreibung: Für die Länge der Verzögerung kann kein Unbestimmtheitswert angegeben werden, aber in vielen Fällen ist die Verzögerungslänge in der Tat unbestimmt. Vielleicht möchten Sie die Verzögerung als solche als neue Aufgabe hinzufügen. Klicken Sie auf **Optionen,** um Verzögerungen automatisch in Aufgaben zu konvertieren.

Hinweis: Anstelle einer Verzögerung können Sie auch die Funktion **RiskProjectAddDelay** verwenden, um eine der Aufgabe folgende (durch ein Ereignisrisiko ausgelöste) Verzögerung hinzuzufügen, Weitere Informationen hierüber finden Sie in diesem Kapitel im Abschnitt **RiskProject-Funktionen**.

7) Verknüpfungen von Anfang bis Ende

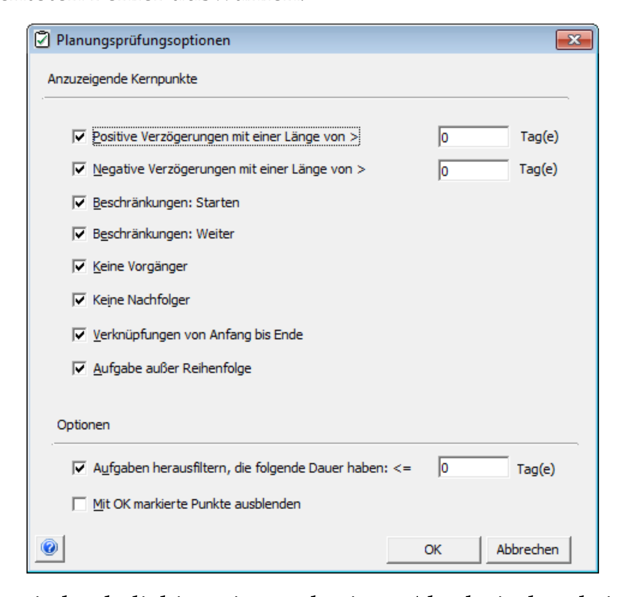
Beschreibung: Mit der angeführten Aufgabe ist von Anfang bis Ende eine gewisse Abhängigkeit verbunden. Der Nachfolgeknoten liegt daher immer vor dem Vorgängerknoten. Überprüfen Sie, ob diese Aufgabenabhängigkeitslogik korrekt ist.

8) Aufgabe außer Reihenfolge

Beschreibung: Die angeführte Aufgabe startet früher als ihre Vorgängeraufgabe, obwohl eine Abhängigkeit von Anfang bis Ende mit der Aufgabe vorhanden ist. Überprüfen Sie, ob diese Aufgabenabhängigkeitslogik korrekt ist.

Prüfungsoptionen

Das Dialogfeld Planungsprüfungsoptionen planen gibt Ihnen die Möglichkeit, die während einer Planungsprüfung berichteten Informationen zu konfigurieren. Sie können die Art der abgehakten und berichteten Fehler auswählen.



Sie können jeden beliebigen im vorherigen Abschnitt beschriebenen Punkt überprüfen lassen. Auch können Sie das Überprüfen von Verzögerungen fein abstimmen, indem Sie nur die Verzögerungen identifizieren, die über eine bestimmte Anzahl von Tagen hinausgehen. Solche Feineinstellung können über die Optionen **Positive Verzögerungen mit einer Länge von >** und **Negative Verzögerungen mit einer Länge von >** vorgenommen werden. Ebenfalls können Sie die Überprüfung von sehr kurzfristigen Aufgaben überspringen, indem Sie die Option **Aufgaben herausfiltern, die folgende Dauer haben: <=** verwenden.

Über die Option **Mit OK markierte Punkte ausblenden** können Sie dafür sorgen, dass die mit OK markierten Punkte nicht mehr im Bericht erscheinen.

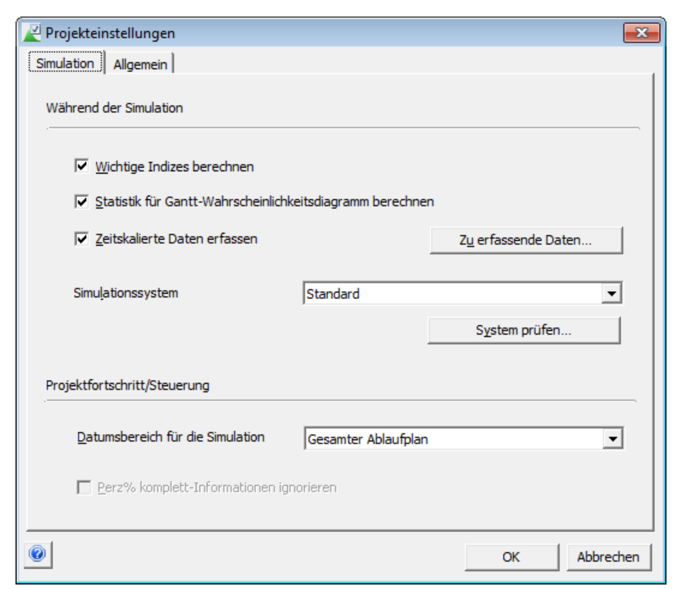
Mithilfe der Schaltfläche **Navigieren** kann das Microsoft Project-Fenster angezeigt und unter den Aufgaben mit offenen Fragen navigiert werden, die im Bericht **Planungsprüfung** zu sehen sind. Dadurch ist es einfacher, in Microsoft Project Änderungen an den problematischen Aufgaben vorzunehmen, um die identifizierten Probleme aus der Welt zu schaffen.

Befehl „Projekteinstellungen“

Angeben von Einstellungen für Simulation, Neuberechnen und Sammeln von Daten in Microsoft Project

Über den Befehl **Projekteinstellungen** werden bei einer standardmäßigen Neuberechnung in Excel und bei einer Simulation in @RISK die Einstellungen für das Neuberechnen von Microsoft Project angegeben. Auch wird dieser Befehl dazu verwendet, die Daten zu identifizieren, die bei Ausführung einer Simulation in Microsoft Project erfasst werden. Alle Projekteinstellungen werden bei Speicherung Ihrer Excel-Arbeitsmappe in dieser Mappe mit gespeichert.

Registerkarte „Simulation“ – Befehl „Projekt-einstellungen“



Im Dialogfeld **Projekteinstellungen** enthält die Registerkarte **Simulation** u. a. folgende Optionen:

- **Während der Simulation** – Die Optionen unter **Während der Simulation** sind dazu da, die Daten zu steuern, die während einer Simulation in Microsoft Project erfasst werden. Auch sind andere Optionen vorhanden, um die durch Microsoft Project vorgenommenen Berechnungen in der Simulation zu steuern.

- **Wichtige Indizes berechnen** – Durch diese Option wird @RISK angewiesen, während jeder Simulations-Iteration in geöffneten Projekten den Wert des wichtigen oder kritischen Indexes für die einzelnen Aufgaben zu verfolgen. Bei einem sehr großen Projekt kann die Simulation durch diese Option verlangsamt werden. Diese Option muss jedoch verwendet werden, wenn nach der Simulation ein kritischer Index für jede Aufgabe berichtet werden soll.

- **Statistik für Gantt-Wahrscheinlichkeitsdiagramm berechnen –** Durch diese Option wird @RISK angewiesen, während jeder Simulations-Iteration in geöffneten Projekten das Start- und Enddatum für die einzelnen Aufgaben zu verfolgen. Bei einem sehr großen Projekt kann die Simulation durch diese Option verlangsamt werden**.** Über diese Option ist es auch möglich, aus den Simulationsergebnissen ein Wahrscheinlichkeitsdiagramm zu erstellen.

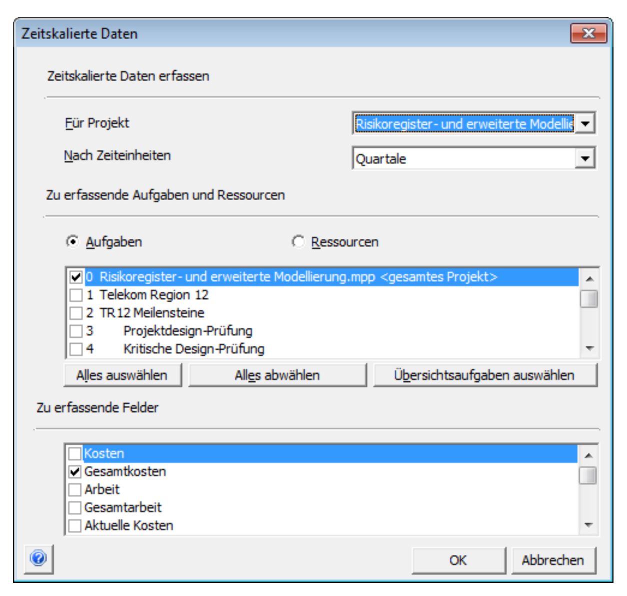
- **Zeitskalierte Daten erfassen** – Diese Option ist dazu da, während einer Simulation zeitskalierte Daten zu erfassen. Solange an einem Projekt gearbeitet wird, stehen stets nach Zeitperiode skalierte Daten zur Verfügung. Microsoft Project bietet viele Arten von zeitskalierten Daten, wie z. B. für Kosten, Gesamtkosten und für die Arbeit. Diese Daten sind sowohl für Aufgaben als auch für Ressourcen verfügbar.

Mithilfe dieser zeitskalierten Daten kann @RISK die Wahrscheinlichkeitsverteilungen erstellen, durch die im Bericht ein Bereich von möglichen Werten für jede Zeitperiode angezeigt werden kann. Zusätzlich zur Verteilung der möglichen Gesamtkosten des Projekts möchten Sie vielleicht auch die Verteilung der Gesamtkosten auf jeden Monat oder jedes Jahr des Projekts sehen. Durch den über das Menü **Diagramme und Berichte** zu findenden zeitskalierten Datenbericht werden derartige Informationen gleich nach einer Simulation zur Verfügung gestellt.

Hinweis: Vielleicht möchten Sie, dass die Änderungen in den Ablaufsplänen während einer Iteration im Microsoft Project-Fenster aktualisiert angezeigt werden. In diesem Fall sollten Sie den @RISK-Befehl Simulationseinstellungen verwenden, um die Option Excel-Neuberechnungen anzeigen zu wählen. Dadurch wird dann gleichzeitig auch Microsoft Project aktualisiert. Aktivieren Sie bei Simulation das Microsoft Project-Fenster, sodass Sie während der Simulation die laufenden Änderungen in diesem Fenster sehen können.

Zu erfassende Daten – Zeitskalierte Daten

Über die Schaltfläche **Zu erfassende Daten** werden in einem geöffneten Projekt die während der Simulation zu erfassenden Daten ausgewählt.



Zeitskalierte Daten werden je nach geöffnetem Projekt ausgewählt. Es kann über verschiedene Aufgaben, Ressourcen und zeitskalierte Felder berichtet werden. Über die Option **Nach Zeiteinheiten** können die Zeiteinheiten ausgewählt werden, für die die Daten erfasst werden sollen. Falls Sie die Option **Automatisch** wählen, sind die Zeiteinheiten für die Datenerfassung die gleichen wie die Zeiteinheiten, die im Gantt-Diagramm für das Projekt angezeigt werden.

Mithilfe der Optionen unter **Zu erfassende Aufgaben und Ressourcen** können die genauen während der Simulation zu erfassenden Daten angegeben werden. Daten können entweder für einzelne Aufgaben oder Ressourcen oder auch für das Projekt insgesamt erfasst werden. Bei den verfügbaren **zu erfassenden Feldern** handelt es sich um irgendwelche Felder in Microsoft Project, deren Werte über längere Zeitperioden oder auf zeitskalierter Basis verfügbar sind. Für jedes ausgewählte Aufgaben- oder Ressourcenfeld werden im Bericht **Zeitskalierte Daten** separate Tabellen und Diagramme erstellt.

Simulationssystem

@RISK bietet zwei Simulationssysteme, um bei Simulation von Projekten die schnellstmögliche Simulationsgeschwindigkeit zu erreichen. Das **Beschleunigt-System** kann für die meisten Modelle verwendet werden und bietet die schnellsten Simulationen. Das **Standardsystem** ist etwas langsamer, unterstützt aber Verteilungen und Ausgaben für sämtliche Felder im Projekt. Wenn die Option **Automatisch** oder der Befehl **System prüfen** ausgewählt ist, erkennt @RISK ganz automatisch, welches System für Ihr Projekt verwendet werden sollte.

Durch das **Beschleunigt-System** ist es möglich, den folgenden Feldern in einem Projekt Wahrscheinlichkeitsverteilungen zuzuweisen:

Aufgabe	**Ressource**
Dauer	Pauschalpreis
Verbleibende Dauer	Überstundenpreis
Starten	Kosten pro Verwendung
Abschluss	
Kosten	
Feste Kosten	

Simulationsausgaben können den vorstehenden Aufgabefeldern ganz beliebig zugewiesen werden.

Wahrscheinlichkeitsverzweigung, Wahrscheinlichkeitskalender, zeitskalierte Datensammlung und RiskProject-Funktionen können ebenfalls zusammen mit dem **Beschleunigt-System** verwendet werden.

Die durch **Beschleunigt** erzielte Geschwindigkeitserhöhung hängt ganz von der simulierten Projektstruktur und der verwendeten Microsoft Project-Version ab. Bei den meisten Projekten kann jedoch eine erhebliche Beschleunigung erzielt werden.

Durch das **Standardsystem** werden in einem Projekt die Verteilungen und Ausgaben für praktisch sämtliche Felder unterstützt. Das **Standardsystem** sollte außerdem auch verwendet werden, wenn während einer Simulation irgendwelche Ressourcen-Beschränkungen aktiv sind, die sich auf die Aktivitätsdauer oder das Ressourcen-Niveau auswirken könnten. Durch die Option **Automatisch** werden alle durch Ressourcen-Beschränkungen oder -Niveau verursachten Differenzen in den Simulationsergebnissen erkannt und wird dann automatisch das **Standardsystem** verwendet.

Über den Befehl **Anwendungseinstellungen** können Sie in @RISK standardmäßig entweder das **Standardsystem** oder die Option **Automatisch** auswählen.

Befehl „System prüfen“

@RISK kann überprüfen, ob Ihr Projekt auch mit dem **Beschleunigt-System** kompatibel ist. Diese Überprüfung wird bei Start einer Simulation automatisch vorgenommen, wenn für das Simulationssystem die Option **Automatisch** ausgewählt wurde. Die gleiche Überprüfung wird ebenfalls ausgeführt, wenn der Befehl **System prüfen** ausgewählt wurde. Während der Kompatibilitätsprüfung wird eine kurze Simulation ausgeführt, und zwar sowohl mittels **Standard**- als auch **Beschleunigt-System**, um die Ergebnisse vergleichen zu können. Differenzen werden gekennzeichnet und berichtet. Falls erhebliche Differenzen vorhanden sind, muss das **Standardsystem** verwendet werden. Vielleicht ist der Befehl **Planungsprüfung** erforderlich, um ein mit dem **Beschleunigt-System** nicht kompatibles Projekt überprüfen zu können und um festzustellen, ob irgendwelche Ablaufsplanprobleme bestehen, die sich auf die Simulationsergebnisse auswirken könnten.

Sobald ein Projekt als kompatibel überprüft worden ist, wird es entsprechend markiert und dann bei Start einer Simulation nicht automatisch erneut getestet. Generell braucht ein Projekt nur dann erneut getestet werden, wenn in Microsoft Project daran irgendwelche strukturellen Änderungen (wie z. B. neue Aufgaben oder Aufgabenverknüpfungen) vorgenommen werden. @RISK-Verteilungen können ohne erneutes Testen hinzugefügt oder geändert werden. Wenn Sie jedoch Verteilungen oder Ausgaben zu Feldern hinzufügen, die durch das **Beschleunigt-System** nicht unterstützt werden, wird bei der Simulation automatisch auf das **Standardsystem** umgeschaltet.

Da zwei verschiedene Simulationssysteme verwendet werden, sind die Simulationsdaten zwar immer kompatibel, aber nicht stets identisch, wenn dieselbe Simulation in beiden Systemen ausgeführt wird.

Andere Differenzen können auch in den Berechnungen von kritischen Pfaden auftreten. Das **Beschleunigt-System** identifiziert den kritischen Pfad in jeder Iteration als den längsten Pfad im Projektablaufsplan. Dies entspricht der Standarddefinition des kritischen Pfades im Ablaufsplan. Alternativ kann der kritische Pfad auch in Microsoft Project als eine Aufgabenerfassung in einem Ablaufsplan mit einem „Float“ von <=0 berechnet werden. Im Allgemeinen ergeben diese Methoden ziemlich ähnliche Resultate, aber bei gewissen Projekten kann es auch zu Differenzen kommen.

Wenn die Microsoft Project-Methode zur Berechnung des kritischen Pfades erwünscht ist, sollte das **Standardsystem** verwendet werden.

Projektfortschritt und Steuerung

Über die Optionen für **Datumsbereich für die Simulation** wird gesteuert, wie ein laufendes Projekt in @RISK simuliert wird. Mithilfe dieser Option können Sie wählen, entweder den **gesamten Ablaufsplan** oder aber nur die **nach aktuellem Projektdatum** oder **nach Projektstatusdatum** stattfindenden Aktivitäten zu simulieren. Falls Sie ein bereits laufendes Projekt simulieren, würden Sie beispielsweise dafür nur Aktivitäten auswählen, die nach dem aktuellen Projekt- oder Statusdatum stattfinden. In diesem Fall ist es wichtig, während der Simulation keine Datums- und Zeitdauerwerte für bereits abgeschlossene Aufgaben zu ändern. Diesen Aufgaben sind vielleicht vorhergehend bereits Wahrscheinlichkeitsverteilungen zugewiesen worden, aber da diese Aufgaben jetzt abgeschlossen sind, sollte ihre Ablaufsplanung jetzt in der Simulation nicht mehr geändert werden.

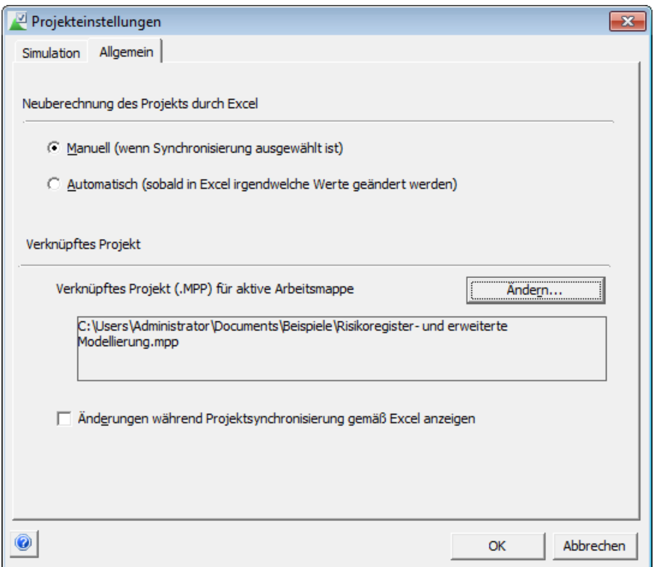
Falls Sie sich entscheiden, nur Aktivitäten zu simulieren, die nach dem aktuellen Projektdatum oder Projektstatusdatum stattfinden, kann es vorkommen, dass eine unbestimmte Aufgabe auf Basis des aktuellen Projektdatums oder Statusdatums vielleicht erst teilweise beendet ist. In diesem Fall wir die eingegebene Unbestimmtheit in Bezug auf Zeitdauer über die noch verbleibende Dauer der Aufgabe anteilmäßig verrechnet.

% komplett-Informationen ignorieren

Wenn eine Aufgabe > 0 % komplett ist, wird die Unbestimmtheit in Bezug auf Zeitdauer auf die noch verbleibende Dauer der Aufgabe anteilmäßig verrechnet. Falls das nicht geschehen soll, müssen Sie **% komplett-Informationen ignorieren** wählen. Hinweis – Durch irgendeine Einstellung für **Datumsbereich für die Simulation** wird jegliche **% komplett-Information** für die betreffende Aufgabe außer Kraft gesetzt. Wenn eine Aufgabe beispielsweise als 50 % komplett markiert ist, aber vor **aktuellem Projektdatum** gestartet oder **nach Projektstatusdatum** beendet wird, werden während der Simulation keine Zeitdaueränderungen an dieser Aufgabe vorgenommen.

Registerkarte „Allgemein“ – Befehl „Projekt-einstellungen“

Über die Optionen auf der Registerkarte **Allgemein** wird gesteuert, wie die standardmäßige Neuberechnung des Projekts in Excel vorgenommen wird und wie die Verknüpfungen zwischen Excel-Arbeitsmappe und zugehöriger MPP-Datei berechnet werden.



- **Neuberechnung des Projekts durch Excel** – Die in Excel gezeigten Werte für die Aufgaben- und Ressourcenfelder des Projekts können geändert und die damit verbundenen Projektwerte in Excel aktualisiert werden. Dies wird in der Regel dadurch erreicht, dass im @RISK-Menü **Projekt** der Befehl **Jetzt synchr**. gewählt wird. Wenn beispielsweise der Zellwert für die Zeitdauer einer Aufgabe geändert wird, kann durch Auswahl von **Jetzt synchr**. die Zelle mit dem Enddatum der Aufgabe (sowie auch das Start- und Enddatum der Nachfolgeaufgaben) aktualisiert werden. Das in Excel zu sehende Gantt-Diagramm wird ebenfalls aktualisiert, um die neuen Werte anzuzeigen. Bei kleineren Projekten können Neuberechnungen der Ablaufsplanung automatisch ausgeführt werden, genauso wie das bei Neuberechnungen in Excel der Fall ist. Um diesen Vorgang zu aktivieren, muss die Option **Automatisch** gewählt werden.

- **Verknüpftes Projekt** – Jede Excel-Arbeitsmappe, die durch das Importieren einer MPP-Datei aus Microsoft Project erstellt wurde, ist mit dieser MPP-Datei verknüpft. Mit anderen Worten, in der MPP-Datei vorgenommene Änderungen sind auch in Excel zu sehen, sobald die verknüpfte Arbeitsmappe geöffnet oder der Befehl **Jetzt synchr**. gewählt wird. Wird beispielsweise einer verknüpften MPP-Datei eine neue Aufgabe hinzugefügt, wird diese Aufgabe auch im Arbeitsblatt **Aufgaben** in Excel angezeigt, sobald synchronisiert oder in Excel die Arbeitsmappe geöffnet wird.

  Sie können die Verknüpfung zwischen MPP-Datei und Excel-Arbeitsmappe ändern, indem Sie auf **Ändern** klicken. Sie würden beispielsweise eine solche Änderung vornehmen, wenn Sie eine neue Version des Projekts erstellt und diese unter einem anderen MPP-Dateinamen gespeichert haben. Indem Sie in diesem Fall die Verknüpfung zur neuen MPP-Datei vornehmen, können Sie Änderungen aus der neuen MPP-Datei an Excel hochladen und gleichzeitig auch die vorhergehend erstellten @RISK-Funktionen und Excel-Formeln beibehalten.

Befehl „Aktives Projekt lesen“

Lesen des aktiven Projekts in Microsoft Project und das Projekt anschließend in Excel anzeigen

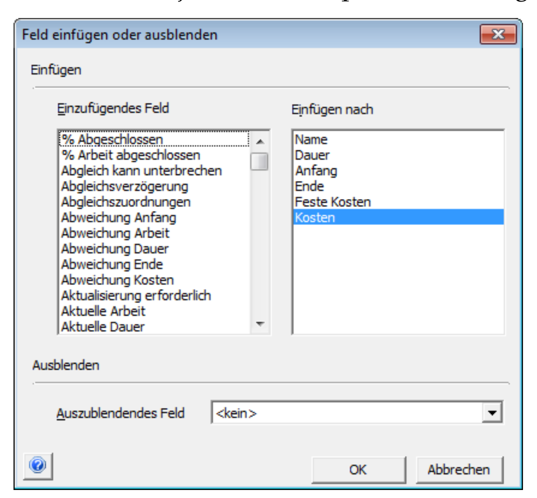
Über den Befehl **Aktives Projekt lesen** können in Microsoft Project sowohl Aufgaben- als auch Ressourcen- und Feldwerte aus dem aktiven Projekt gelesen werden. Anschließend werden dann ein oder mehrere Excel-Arbeitsblätter erstellt, wodurch in Excel eine Ansicht Ihres Projekts zu sehen ist. Für die Aufgaben und Ressourcen des Projekts werden separate Arbeitsblätter erstellt.

Die importierten Felder entsprechen den Feldern, die sich im aktiven Gantt-Diagramm und in der Ressourcen-Ansicht in Microsoft Project befinden. Sie können in Excel auch zusätzliche Felder anzeigen, indem Sie im Menü **Projektverknüpfung** den Befehl **Feld einfügen** wählen und dann den angezeigten Anweisungen folgen.

Befehl „Feld einfügen oder ausblenden“

Detaillieren der Schritte, die zum Einfügen eines neuen Feldes in ein in Excel angezeigtes Projekt erforderlich sind

Durch diesen Befehl werden die Schritte dargelegt, die befolgt werden müssen, um in der Excel-Ansicht eines Projekts im Arbeitsblatt zusätzliche Projektfelder in Spalten anzuzeigen.



Neue Projektfelder können in Excel in das angezeigte Aufgaben- oder Ressourcen-Arbeitsblatt eingefügt werden. Wenn Sie möchten,

können Sie aber auch in Excel angezeigte Felder aus der Ansicht ausblenden.

Befehl „Projektfilter aktualisieren“

Aktualisieren von in Excel angezeigten Aufgaben und Ressourcen, um in Microsoft Project eingegebene Filter zu reflektieren

Über diesen Befehl haben Sie die Möglichkeit, in Excel nur solche Aufgaben und Ressourcen anzuzeigen, die den in Microsoft Project eingestellten Filtern entsprechen. Um Filter in Excel anzuzeigen, müssen diese erst in Microsoft Project eingestellt und dann die Option **Projektfilter aktualisieren** gewählt werden.

Befehl „Jetzt synchronisieren“

Synchronisieren von Änderungen zwischen Microsoft Project und verknüpften Arbeitsmappen

Mithilfe dieses Befehls können Änderungen zwischen Excel und Microsoft Project übertragen und in Excel angezeigte Werte aktualisiert werden.

Dabei ist Folgendes zu beachten:

1) Beim Synchronisieren von Änderungen aus Microsoft Project überschreibt @RISK keine Excel-Formelzellen

2) @RISK synchronisiert Änderungen aus Microsoft Project ganz automatisch, wenn eine mit einer MPP-Datei verknüpfte Excel-Arbeitsmappe erneut geöffnet wird. Dadurch wird sichergestellt, dass in Microsoft Project bei deaktiviertem @RISK-Programm am Ablaufsplan vorgenommene Änderungen auch in Excel reflektiert werden.

3) In Excel an Zellen mit Feldwerten vorgenommene Änderungen ergeben automatisch ähnliche Änderungen an denselben Feldern und Werten in Microsoft Project. Beim Verlassen des Programms bleiben diese Änderungen nur erhalten, wenn die MPP-Datei gespeichert wird. Andernfalls bleiben die alten Feldwerte in der MPP-Datei erhalten. Diese werden jedoch mit Excel synchronisiert, sobald die Arbeitsmappe und die MPP-Datei später erneut geöffnet werden.

Falls Sie irgendwelche in Microsoft Project vorgenommenen Änderungen vor Aktualisierung der Kalkulationstabelle überprüfen möchten, müssen Sie die Option **Änderungen während Projektsynchr. gemäß Excel anzeigen** unter **Projekteinstellungen** wählen.

Mithilfe dieses Berichts können Sie alle von @RISK vorzunehmenden Änderungen überprüfen. Sie brauchen nur die Option für die entsprechende Formel markieren, die zur Aktualisierung von Excel verwendet werden soll.

@RISK für Project-Funktionen

@RISK für Excel enthält einen Satz von neuen Namen und Funktionen, die besonders für die Arbeit mit Projektablaufplänen geeignet sind. Diese Funktionen sind dazu da, den aktuellen Wert eines Microsoft Project-Felds an Excel zurückzugeben und während der Simulation gewisse Änderungen an den Projektablaufsplänen vorzunehmen.

ProjectFieldVal

Der in Excel verwendete Name **ProjectFieldVal** hat in @RISK für Excel bei geöffneten Projektablaufsplänen besondere Bedeutung. Wird dieser Name in einer Excel-Formel verwendet , wird dadurch der Wert des betreffenden Felds direkt aus Microsoft Project in die damit verbundene Excel-Zelle zurückgegeben. Dadurch wird @RISK-Verteilungen (sofern keine Simulation ausgeführt wird) ermöglicht, den gleichen Feldwert wie in Microsoft Project zurückzugeben. Andernfalls ist vielleicht in Excel ein Mittelwert zu sehen, der evtl. nicht dem Wert in Microsoft Project entspricht. Nehmen Sie z. B. eine Situation, in der folgende @RISK-Verteilung in die Zelle eingegeben wird, die mit dem Feld **Dauer** einer Aufgabe verbunden ist:

=RiskPert(53,1;59;80;RiskStatic(ProjectFieldVal))

Der Wert. der in diesem Fall bei nicht laufender Simulation in Excel angezeigt wird (d. h. der statische Wert), ist genau der Wert, der in Microsoft Project in das entsprechende Feld **Dauer** eingegeben wurde.

ProjectFieldVal kann auch dazu verwendet werden, in Microsoft Project im Ablaufsplan eine Prozentabweichung in der deterministischen Schätzung zu ermöglichen. Mit anderen Worten, selbst wenn der Wert in Microsoft Project später aktualisiert oder geändert wird, kann dieselbe Verteilung zur Beschreibung der Ungewissheit verwendet werden.

RiskProject-Funktionen

@RISK für Excel enthält neue Funktionen, die mit RiskProject beginnen und in Excel in Formeln mit einbezogen werden können. Durch diese Funktionen werden während der Simulation Änderungen an der Projektablaufsplanung vorgenommen. Diese Funktionen sind besonders nützlich, wenn in Excel berechnete Formeln, wie z. B. die Formeln in einem Risikoregister, in Microsoft Project mit der Planungslogik verknüpft werden müssen. Genau wie bei den standardmäßigen Excel-Funktionen, können in RiskProject-Funktionsargumente sowohl Zellverweise als auch Formeln mit einbezogen werden. RiskProject-Funktionen sind nur während der

Simulation aktiv und nicht bei einzelnen Excel-Neuberechnungen, wenn der Probenerhebungstyp auf Monte Carlo eingestellt ist.

RiskProject-Funktionen können Zellverweise auf Aufgaben im Blatt **Aufgaben** eines Projekts enthalten. Das Argument *Vorhergehende Aufgabe* für die Funktion **RiskProjectAddDelay** ist z. B. solch ein Verweis. Bei diesem Verweisargument braucht es sich nur um eine Einzelzelle in der Zeile handeln, in der sich die Aufgabe befindet (z. B. die Zelle mit dem Namen der Aufgabe).

RiskProject enthält u. a. folgende Funktionen:

- **RiskProjectAddDelay**(*Aufgabe;Länge;Kosten).* Durch diese Funktion wird dem Projekt nach Abschluss von *Aufgabe* eine neue Aufgabe hinzugefügt. Diese Aufgabe bezieht sich auf die angegebene *Länge* und die angegebenen *Kosten*. Sie können diese Funktion verwenden, wenn Sie dem Projekt, das bei einem Ereignisrisiko in Iterationen simuliert wird, eine zusätzliche Aufgabe hinzufügen möchten.

- **RiskProjectAddCost**(*Kosten;Zeit).* Durch diese Funktion wird dem Projekt ein neuer *Kostenposten* hinzugefügt, und zwar an dem durch *Zeit* angegebenen Datum. Sie können diese Funktion verwenden, wenn Sie dem Projekt, das bei einem Ereignisrisiko in Iterationen simuliert wird, zusätzliche Kosten hinzufügen möchten.

- **RiskProjectRemoveTask**(*Aufgabe).* Durch diese Funktion wird eine Aufgabe aus einem in einer bestimmten Iteration simulierten Projekt entfernt. Sie können diese Funktion verwenden, wenn Sie dem Projekt, das bei Ereignisrisiko simuliert wird, gewisse Aufgaben nicht ausführen möchten.

- **RiskProjectResourceUse**(*Aufgabe;Ressource;Verwendung).* Durch diese Funktion können die Einheiten einer materiellen Ressource (oder kann die Arbeit einer Arbeits-Ressource) geändert werden, die bei jeder Iteration einer Aufgabe zugewiesen wird. Die im Projekt berechneten Kosten reflektieren jeweils die geänderte Verwendung in den einzelnen Iterationen der Simulation.

- **RiskProjectResourceAdd**(*Aufgabe;Ressource;Einheiten).* Durch diese Funktion wird in der betreffenden Iteration einer Aufgabe eine neue Ressource zugewiesen. Die im Projekt berechneten Kosten reflektieren jeweils die neue Ressourcen-Zuweisung in jeder Iteration einer Simulation.

- **RiskProjectResourceRemove**(*Aufgabe;Ressource)*. Durch diese Funktion wird eine Ressource entfernt, die in der betreffenden Iteration einer Aufgabe zugewiesen worden war. Die im Projekt berechneten Kosten reflektieren jeweils die entfernte Ressourcen-Zuweisung in jeder Iteration einer Simulation.

Weitere Informationen über die Verwendung von RiskProject-Funktionen finden Sie in den Beispieldateien **SimpleRiskRegister.xls, RiskProjectResourceUse.xls, RiskProjectResourceAdd.xls** und **Risikoregister- und erweiterte Modellierung.xls** (oder **.xlsx**).

Bibliothek

Einführung

@RISK Professional und @RISK Industrial enthalten die **@RISK-Bibliothek**. Bei der @RISK-Bibliothek handelt es sich um eine separate Datenbankanwendung, über die Eingabewahrscheinlichkeits-Verteilungen freigegeben und die Ergebnisse aus verschiedenen Simulationen verglichen werden können. Die @RISK-Bibliothek verwendet den SQL-Server, um @RISK-Daten zu speichern.

Andere Benutzer im gleichen Unternehmen können über die freigegebene @RISK-Bibliothek auf folgende Daten zugreifen:

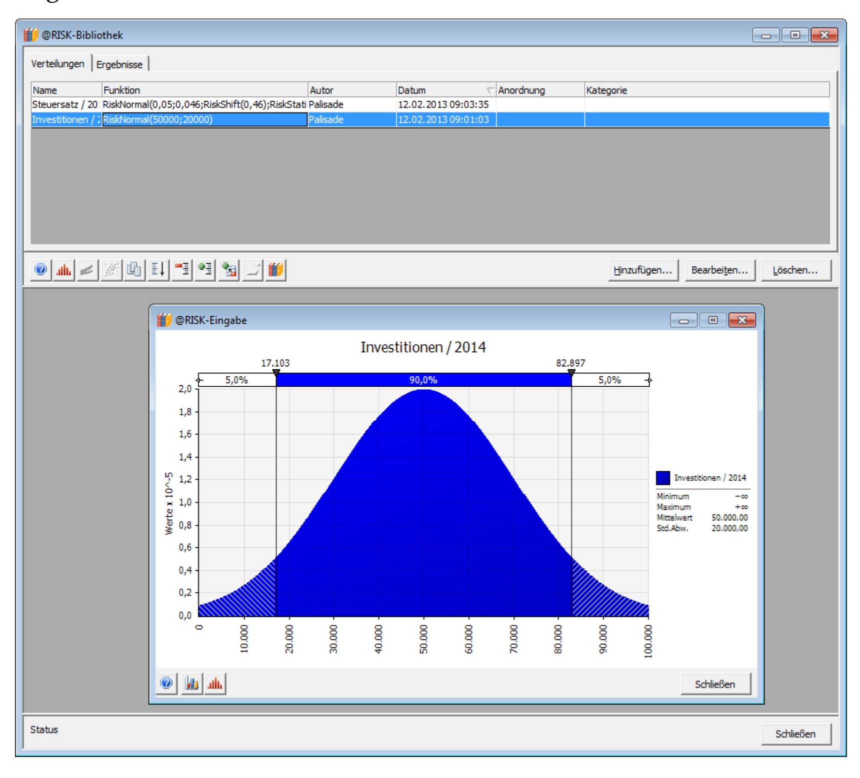
- allgemeine Eingabewahrscheinlichkeits-Verteilungen, die vordefiniert wurden, um in den Risikomodellen des Unternehmens Verwendung finden zu können
- Simulationsergebnisse von verschiedenen Benutzern
- archivierte Daten aus Simulationen, die an verschiedenen Versionen eines Modells ausgeführt wurden

Auf die @RISK-Bibliothek kann wie folgt zugegriffen werden:

- durch Klicken in der @RISK-Symbolleiste auf das Symbol für **Bibliothek** und Auswahl des Befehls **@RISK-Bibliothek anzeigen**, der im Fenster **@RISK-Bibliothek** zu sehen ist. Dadurch können die aktuellen Verteilungen zusammen mit den gespeicherten Simulationsergebnissen angezeigt werden. Über den Befehl **Ergebnisse der Bibliothek hinzufügen** kann ein aktuelles Simulationsergebnis der Bibliothek hinzugefügt werden.
- durch Klicken im Fenster **Verteilung definieren** auf das Symbol für **Verteilung der Bibliothek hinzufügen**, um der Bibliothek eine Wahrscheinlichkeitsverteilung hinzuzufügen. Sobald der Bibliothek eine Verteilung hinzugefügt wurde, steht diese auch anderen Benutzern zur Verfügung.

Über verschiedene SQL-Server kann auf mehrere Bibliotheken zugegriffen werden. Vielleicht möchten Sie z. B. eine **lokale Bibliothek** dazu verwenden, Simulationen und Verteilungen für Ihre eigene Benutzung zu speichern. Eine andere Bibliothek kann dann dazu verwendet werden, Verteilungen und Ergebnisse an @RISK-Benutzer in einer Arbeitsgruppe oder anderen Abteilung freizugeben. Auch könnte eine Firmenbibliothek eingerichtet werden, um allgemeine Verteilungen für unternehmensweite Voraussetzungen, wie z. B. zukünftige Zinssätze, Preise usw., zu speichern.

Die @RISK-Bibliothek enthält zwei Arten von gespeicherten Informationen für @RISK-Modelle – **Verteilungs-** und **Ergebnisinformationen**. Für diese beiden Gruppen ist jeweils eine Registerkarte im Fenster **@RISK-Bibliothek** zu sehen.



Verteilungen in der @RISK-Bibliothek

Die @RISK-Bibliothek ermöglicht die Freigabe von Wahrscheinlichkeitsverteilungen, sodass alle @RISK-Benutzer darauf zugreifen können. Dadurch kann sichergestellt werden, dass alle @RISK-Benutzer in einem Unternehmen dieselben und aktuellsten Definitionen für allgemeine Risikoeingaben in verschiedenen Modellen verwenden. Es kann also auf diese Weise dafür gesorgt werden, dass alle Modelle im Unternehmen unter denselben allgemeinen Voraussetzungen ausgeführt werden. Das ermöglicht dann ein ordnungsgemäßes Vergleichen der Ergebnisse von Modell zu Modell.

@RISK aktualisiert automatisch alle in einem Modell enthaltenden Bibliotheksverteilungen, sobald eine neue Simulation ausgeführt wird. Dies geschieht über die Eigenschaftsfunktion ***RiskLibrary***, die in jeder Eingabeverteilungsfunktion aus der @RISK-Bibliothek enthalten ist. Die Eigenschaftsfunktion *RiskLibrary* enthalt einen besonderen Identifizierer, der es @RISK ermöglicht, die neueste Definition der Verteilung aus der Bibliothek abzurufen und gleichzeitig die Funktion nötigenfalls entsprechend zu ändern. Wenn die Planungsabteilung des Unternehmens beispielsweise die Verteilung für den Ölpreis des kommenden Jahres aktualisiert hat, wird in Ihrem Modell bei der nächsten Simulation automatisch diese aktualisierte Verteilung verwendet.

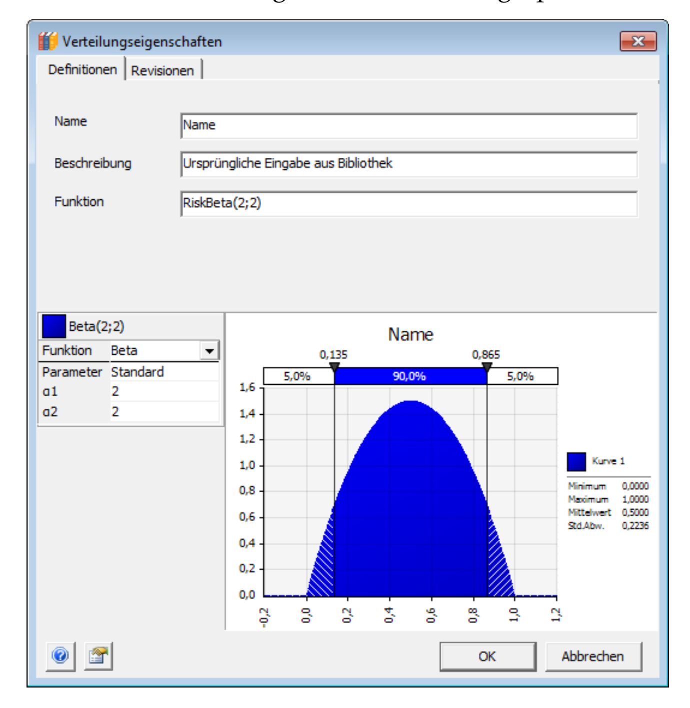
Hinzufügung von Verteilungen zur Bibliothek

Zwei verschiedene Methoden können verwendet werden, um der Bibliothek neue Wahrscheinlichkeitsverteilungen hinzuzufügen:

- Hinzufügung vom Fenster „Verteilung definieren“ aus – Jede im Fenster **Verteilung definieren** angezeigte Verteilung kann der @RISK-Bibliothek hinzugefügt werden, und zwar über das Symbol für **Eingabe der Bibliothek hinzufügen**.
- Eingabe der Verteilung direkt in die @RISK-Bibliothek – Sie können in der @RISK-Bibliothek auf der Registerkarte **Verteilungen** durch Klicken auf **Hinzufügen** eine neue Verteilung definieren und diese auch anderen Benutzern, die auf die Bibliothek zugreifen, verfügbar machen.

Die @RISK-Bibliothek ermöglicht Ihnen, zusätzliche Informationen über die hinzuzufügende Verteilung einzugeben. Dabei handelt es sich um folgende Eigenschaften:

- **Name –** der Name der Verteilung
- **Beschreibung –** Ihre eigene Beschreibung der Verteilung
- **Funktion –** die zweckmäßige Definition der Verteilung. Diese Definition kann jederzeit bearbeitet werden, und zwar von Benutzern, die Zugriff auf die Datenbank haben.
- **Revisionen –** laufende Erfassung der Verteilungsrevisionen, während die Verteilung in der Bibliothek gespeichert ist.



Zellverweise in Bibliotheks-verteilungen

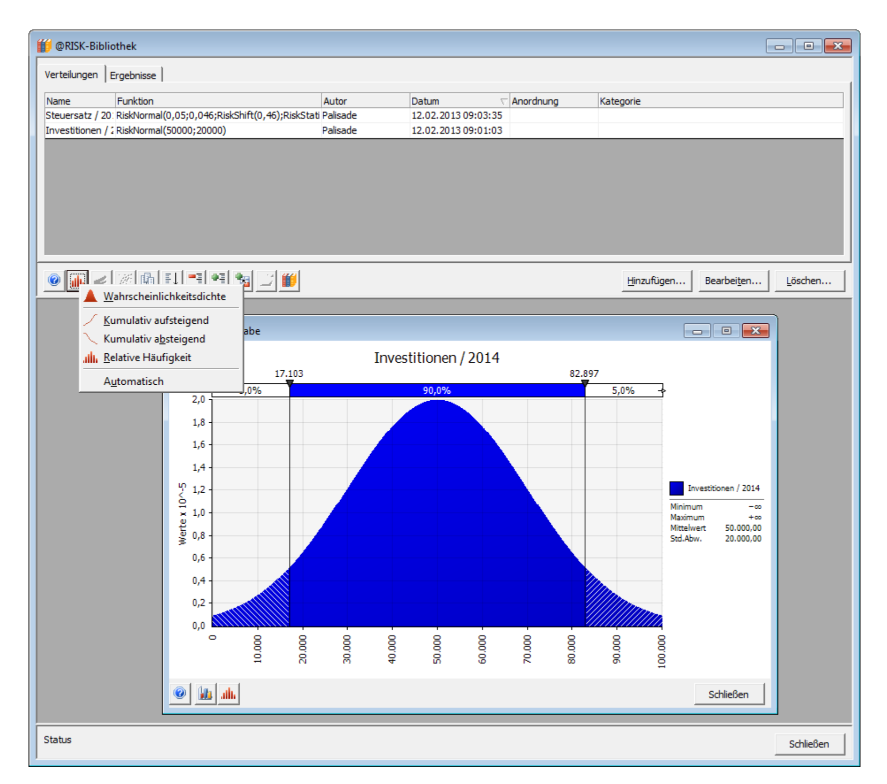
Der @RISK-Bibliothek können Verteilungsfunktionen hinzugefügt werden, die Excel-Zellverweise enthalten. Dabei sollten Sie aber recht vorsichtig sein. Gewöhnlich sollte eine solche Hinzufügung nur vorgenommen werden, wenn die Bibliothek ausschließlich lokal, d. h. in derselben Arbeitsmappe verwendet wird, in der sie ursprünglich definiert wurde. Bei Einfügung einer Bibliotheksverteilung mit Zellverweisen in ein anderes Modell können die Argumentwerte nämlich u. U. nicht ordnungsgemäß gelöst werden, da es sich vielleicht um eine andere Modellstruktur handelt und die angegebenen Zellverweise dann nicht die erwarteten Werte enthalten.

Ausgangswerte in Bibliotheks-verteilungen

Oft wollen Sie wahrscheinlich die Eigenschaftsfunktion *RiskSeed* zur Ausgangszahleingabe hinzufügen. Dadurch wird sichergestellt, dass jedes Modell, in dem die Verteilung verwendet wird, mit der gleichen Folge von Probewerten für die Bibliotheksverteilung arbeitet. Auch wird auf diese Weise dafür gesorgt, dass ein ordnungsgemäßer Vergleich der Ergebnisse aus verschiedenen Modellen, in denen die Bibliotheksverteilung verwendet wird, vorgenommen werden kann.

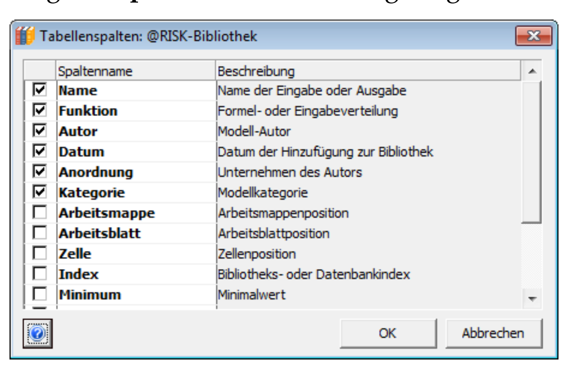
Grafische Darstellung einer Verteilung

Die grafische Darstellung einer Bibliotheksverteilung wird ähnlich der grafischen Darstellung von Eingabeverteilungen vorgenommen, d. h. im @RISK-Fenster **Verteilung definieren** oder **Modell**. Durch Klicken auf das Symbol für **Diagramm** unten auf der Registerkarte **Verteilungen** können Sie den Diagrammtyp auswählen, der für die in der Liste ausgewählten Verteilungen (d. h. Zeilen) angezeigt werden soll Ein Diagramm kann aber auch dadurch erstellt werden, dass eine Eingabe aus der Liste in den unteren Teil des Fensters **@RISK-Bibliothek** gezogen wird. Wenn Sie mit der rechten Maustaste auf ein Diagramm klicken, wird das Dialogfeld **Diagrammoptionen** angezeigt, in das Sie die Diagrammeinstellungen eingeben können. Auch kann die Definition einer Bibliotheksverteilung geändert werden, indem Sie auf die Schaltfläche **Bearbeiten** klicken und dann das Bedienfeld **Verteilungsargument** verwenden, sobald das Verteilungsdiagramm angezeigt wird.



Spalten auf der Registerkarte „Verteilungen“

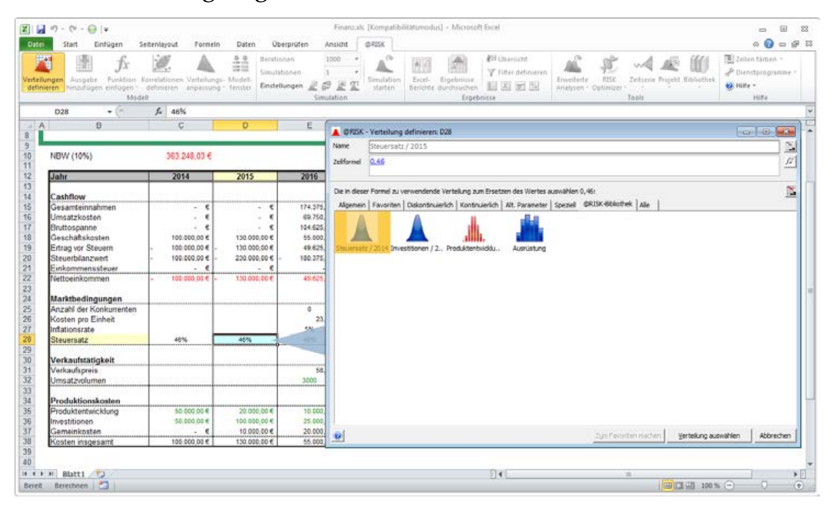
Die Spalten auf der Registerkarte **Verteilungen** können so angepasst werden, dass die von Ihnen gewünschten Statistiken und Informationen der Eingabeverteilungen in Ihrer Bibliothek angezeigt werden. Über das unten im Fenster zu sehende Symbol für **Spalten** kann das Dialogfeld **Spalten für Tabelle** angezeigt werden.



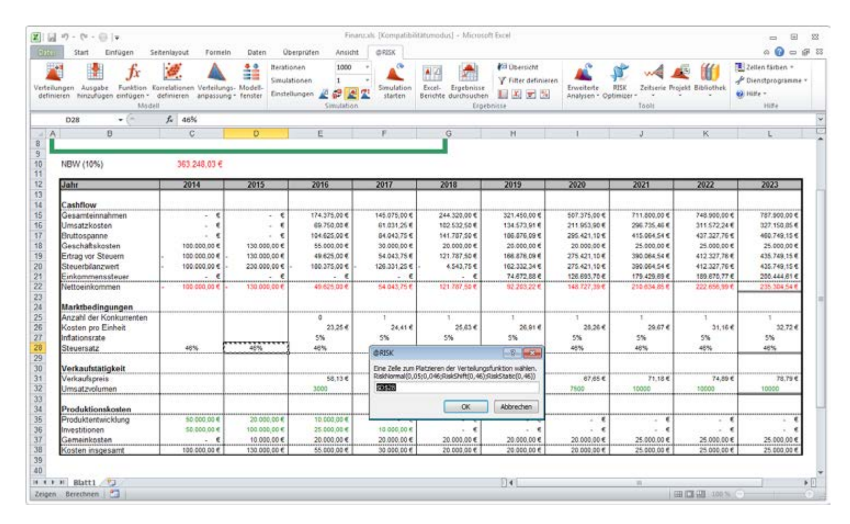
Verwendung einer Bibliotheks-verteilung in Ihrem Modell

Bibliotheksverteilungen werden in Excel einem Modell hinzugefügt, und zwar entweder über das Fenster **Verteilungen definieren** bzw. das @RISK-Menü **Funktion einfügen** oder aber über die **@RISK-Bibliothek** selbst.

Auf der Verteilungspalette befindet sich eine Registerkarte mit der Bezeichnung **@RISK-Bibliothek,** auf der alle in der Bibliothek verfügbaren Verteilungen aufgelistet sind. Durch Klicken auf eine dieser Verteilungen kann diese ausgewählt und der angezeigten Zellformel hinzugefügt werden.



Um einem Modell in Excel eine Verteilung hinzuzufügen, und zwar über die in der @RISK-Bibliothek verfügbare Registerkarte **Verteilungen,** müssen Sie die hinzuzufügende Verteilung in der Liste **Verteilungen** markieren und dann auf das Symbol für **Zur Zelle hinzufügen** klicken. Anschließend müssen Sie in Excel die Zelle auswählen, in der die Funktion platziert werden soll.



Aktualisierung von Verteilungen

@RISK aktualisiert automatisch alle in einem Modell enthaltenden Bibliotheksverteilungen, sobald eine neue Simulation ausgeführt wird. Dies geschieht über die Eigenschaftsfunktion ***RiskLibrary***, die in jeder Eingabe aus der @RISK-Bibliothek enthalten ist. Beispiel:

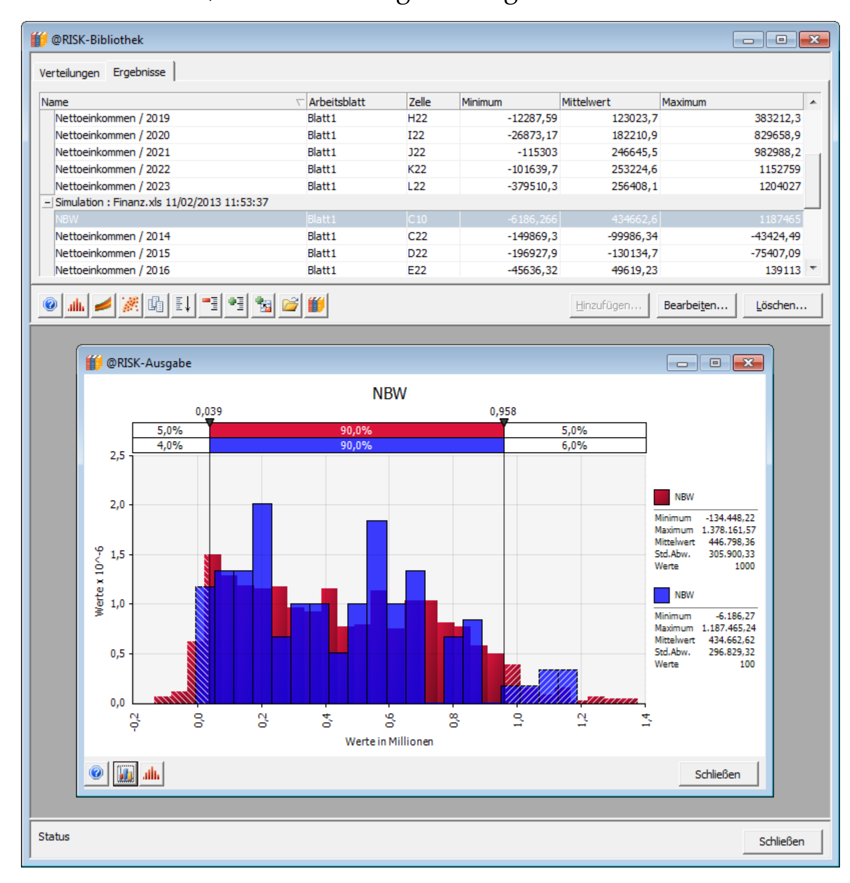
=RiskNormal(50000,10000,RiskName(“Produktentwicklung/ 2014”),RiskLibrary(5,”8RENDCKN”))

Hierdurch wird @RISK angewiesen, bei Start der Simulation die Definition dieser aus der Bibliothek stammenden und durch 8RENDCKN identifizierten Funktion zu aktualisieren. Durch diese Identifizierung ist die Funktion mit einer eindeutigen Bibliothek in Ihrem System verknüpft. Falls die Bibliothek nicht verfügbar ist, verwendet @RISK die betreffende aktuelle Definition in Ihrem Modell (in diesem Fall *RiskNormal(50000,10000)*).

Ergebnisse in der @RISK-Bibliothek

In der @RISK-Bibliothek können Ergebnisse aus verschiedenen Modellen und Simulationen gespeichert und verglichen werden. Es können u. U. Ergebnisse aus mehreren @RISK-Simulationen in der @RISK-Bibliothek gleichzeitig aktiv sein, im Vergleich zu Ergebnissen aus nur einer Simulation, wenn mit @RISK in Excel gearbeitet wird.

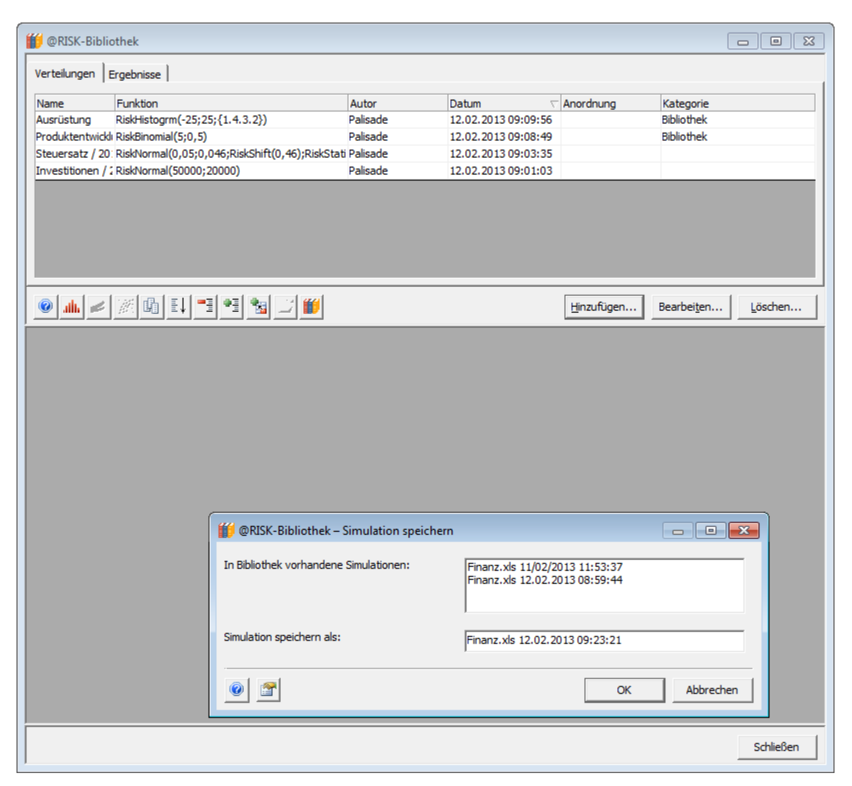
Sobald die Ergebnisse in der Bibliothek gespeichert sind, können Diagramme überlagert werden, um die Ergebnisse aus verschiedenen Simulationen zu vergleichen. Sie können z. B. eine Simulation unter Verwendung des ursprünglichen Parametersatzes ausführen, und das Ergebnis in der @RISK-Bibliothek speichern. Anschließend könnten Sie Ihr Modell in Excel ändern und die Analyse erneut ausführen, um das zweite Ergebnis ebenfalls in der Bibliothek zu speichern. Durch Überlagerung der Ausgabediagramme aus diesen Simulationen ist dann ersichtlich, wie sich die Ergebnisse geändert haben.



Auch können Sie in Excel bei einer neuen Simulation weitere Werteproben aus einer in der @RISK-Bibliothek gespeicherten Ausgabe erheben. Über die @RISK-Bibliothek kann außerdem in Excel die Funktion *RiskResample* platziert werden, durch die auf die Daten verwiesen wird, die für die Ausgabe erfasst und in der @RISK-Bibliothek gespeichert wurden. Dies ist recht praktisch, wenn die Ergebnisse aus vielen verschiedenen Modellen in einer neuen Simulation oder Portfolio-Optimierung kombiniert werden sollen.

Platzierung von Simulations-ergebnissen in der @RISK-Bibliothek

Sie können Simulationsergebnisse in der @RISK-Bibliothek speichern, indem Sie in der @RISK für Excel-Symbolleiste über das Symbol für **Bibliothek** den Befehl **Ergebnisse der Bibliothek hinzufügen** wählen. Sie haben die Möglichkeit, eine neue Simulation in der Bibliothek zu speichern oder eine bereits gespeicherte Simulation zu überschreiben.



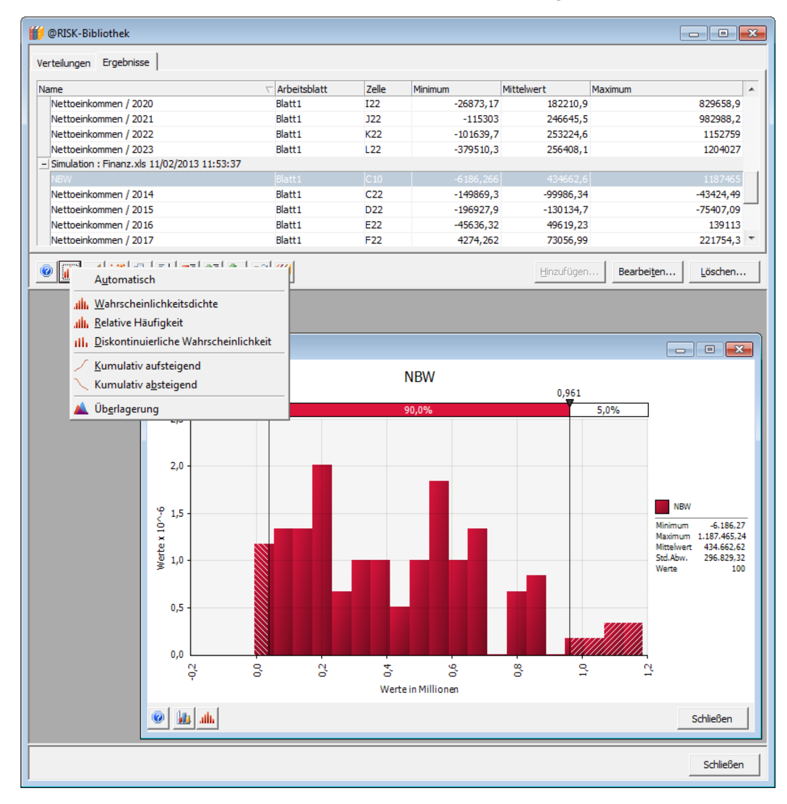
Wird eine Simulation in der Bibliothek gespeichert, werden die Simulationsdaten und zugehörigen Excel-Arbeitsmappen automatisch ebenfalls in der @RISK-Bibliothek platziert. Über das Symbol für **Modell öffnen** (d. h. über das kleine gelbe Ordnersymbol auf der Registerkarte **Ergebnisse**) können Sie in Excel jede beliebige gespeicherte Simulation (und auch die dabei verwendeten Arbeitsmappen) erneut öffnen. Das ermöglicht Ihnen, schnell zu einer früheren Simulation und einem vorhergehenden Modell zurückzugehen.

Hinweis: Um in Excel schnell zu einer vorherigen Simulation und zugehörigen Arbeitsmappen zurückzugehen, einfach auf der Registerkarte „Ergebnisse" mit der rechten Maustaste auf die Liste klicken und den Befehl „Modell öffnen" wählen.

Grafische Darstellung eines Ergebnisses in der Bibliothek

Die grafische Darstellung eines Simulationsergebnisses in der Bibliothek entspricht der grafischen Darstellung von Ergebnissen im @RISK-Fenster **Ergebnisübersicht**. Durch Klicken auf das Symbol für **Diagramm** unten auf der Registerkarte **Ergebnisse** können Sie den Diagrammtyp auswählen, der für die in der Liste ausgewählten Ausgaben (d. h. Zeilen) angezeigt werden soll Ein Diagramm kann aber auch dadurch erstellt werden, dass ein Ergebnis aus der Liste in den unteren Teil des Fensters **@RISK-Bibliothek** gezogen wird. Wenn Sie mit der rechten Maustaste auf ein Diagramm klicken, wird das Dialogfeld **Diagrammoptionen** angezeigt, in das Sie die Diagrammeinstellungen eingeben können.

Um verschiedene Ergebnisse zu überlagern, können Sie ein Ergebnis aus der Liste auf ein bereits vorhandenes Diagramm ziehen.



In der Bibliothek gespeicherte Simulationsergebnisse erneut für Werteproben in einer neuen Simulation verwenden

Sie können in Excel für eine neue Simulation beliebig Werteproben aus einer in der @RISK-Bibliothek gespeicherten Ausgabe erheben. Das ist sehr praktisch, wenn Sie z. B. in Excel Ausgabeverteilungen aus vielen verschiedenen Simulationen als Eingaben in einer neuen Simulation verwenden möchten. Vielleicht wollen Sie auch ein Portfolio-Optimierungsmodell erstellen, in dem die Ausgabeverteilungen aus einem Satz verschiedener Modelle verwendet werden sollen, um eine optimale Kombination von Projekten oder Investitionen auszuwählen. Jedes mögliche Projekt oder jede mögliche Investition ist in diesem Portfolio mit einer zugehörigen Simulation versehen, die in der @RISK-Bibliothek gespeichert wurde. Durch das Portfolio-Optimierungsmodell wird auf diese einzelnen Ausgabeverteilungen Bezug genommen. Bei jeder Iteration des Modells werden Werteproben aus diesen Ausgabeverteilungen erhoben, um so die Ergebnisse für das gesamte Portfolio berechnen zu können.

Auf diese Weise wird die Ausgabeverteilung aus jedem Projekt oder jeder Investition zu einer Eingabe, aus der dann über die Funktion **RiskResample** Werteproben erhoben werden können. Sie haben die Möglichkeit, eine in der Bibliothek befindliche Ausgabe in Excel in einer Arbeitsmappe platzieren, und zwar über den Befehl **Dem Modell als neu erhobene Eingabe hinzufügen.** Wenn Sie diesen Befehl verwenden, wird aus den für die Ausgabe erfassten und gespeicherten Daten der Datensatz erstellt, aus dem dann während der Portfolio-Simulation die Werteproben erhoben werden. Diese Daten werden anschließend zusammen mit der Portfolio-Simulation in der Arbeitsmappe gespeichert.

Wie während einer kombinierten Simulation erneut Werteproben aus den vorhandenen Ausgabedaten erhoben werden

In der Funktion *RiskResample*, durch die eine Ausgabe in eine Eingabeverteilung konvertiert wird, sind verschiedene Optionen verfügbar, über die Werteproben aus dem betreffenden Datensatz erhoben werden können. Zu diesem Zweck können die Optionen **In Reihenfolge, Zufällig, mit Ersetzung** und **Zufällig, ohne Ersetzung** verwendet werden. Beim Erheben von neuen Werteproben aus Simulationsausgaben werden Sie jedoch meistens die Option **In Reihenfolge** verwenden. Durch diese Option wird während der kombinierten Simulation die Reihenfolge der Iterationsdaten aus den gespeicherten Simulationen am besten beibehalten.

Wenn für die einzelnen Simulationen gemeinsame Eingabeverteilungen vorhanden sind, ist die Beibehaltung der Reihenfolge von Iterationsdaten aus den gespeicherten Simulationen sehr wichtig. Für diese gemeinsamen Verteilungen wird oft die Eigenschaftsfunktion **RiskSeed** verwendet, durch die dann jedesmal dieselben Proben in derselben Reihenfolge zurückgegeben werden können. Auf diese Weise werden in jeder Simulation für ein bestimmtes Projekt oder eine bestimmte Investition in jeder Iteration genau dieselben Werteproben für die gemeinsamen Verteilungen verwendet.

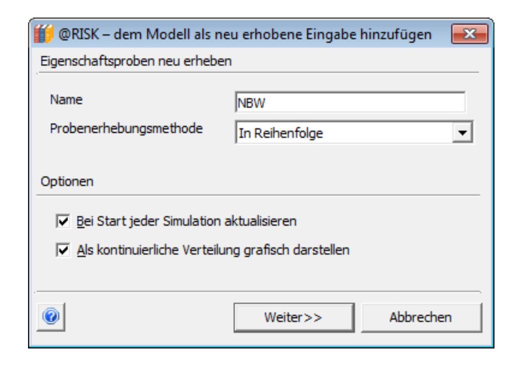
Bei Nichtverwendung der Option **In Reihenfolge** könnten ungenaue Kombinationen der Ausgabewerte aus den einzelnen Projekten oder Investitionen in die kombinierte Simulation eingegeben werden. Nehmen wir beispielsweise ein Portfolio von Erdöl- und Erdgasprojekten, für das zum Erheben von neuen Werteproben in einer Simulation die Option **Zufällig** und nicht **In Reihenfolge** verwendet wird. Es könnte in diesem Fall erst eine neue Werteprobe aus einem Projekt mit hohem Erdölpreis und anschließend zufällig eine Probe aus einem Projekt mit niedrigem Erdölpreis erhoben werden. Das würde dann eine unrealistische Kombination erheben und zu ungenauen Simulationsergebnissen für das Portfolio führen.

Ausgabe aus Bibliothek als neu erhobene Eingabe

Um eine Ausgabe aus einer Bibliothek als neu erhobene Eingabe zu verwenden, sollten Sie wie folgt vorgehen:

1) Markieren Sie in der @RISK-Bibliothek auf der Registerkarte **Ergebnisse** die Ausgabeverteilung, aus der eine neue Werteprobe erhoben werden soll.

2) Klicken Sie auf das Symbol für **Dem Modell aus neu erhobene Eingabe hinzufügen** oder klicken Sie mit der rechten Maustaste, um dann aus dem Kontextmenü den entsprechenden Befehl zu wählen.



3) Wählen Sie die gewünschte Probenerhebungsmethode, d. h. **In Reihenfolge, Zufällig, mit Ersetzung** oder **Zufällig, ohne Ersetzung.**

4) Wählen Sie **Bei Start jeder Simulation aktualisieren**, wenn die Ausgabedaten bei Beginn jeder neuen Simulation aktualisiert werden sollen. In diesem Fall überprüft @RISK bei Beginn jeder Simulation die @RISK-Bibliothek, um sicherzustellen, dass die gespeicherte Simulation für die Ausgabe auch die neuesten Ergebnisse enthält. Ist das nicht der Fall, wird eine Aktualisierung vorgenommen, was z. B. passiert, wenn die in der Bibliothek gespeicherte ursprüngliche Simulation durch eine neuere Version überschrieben wurde.

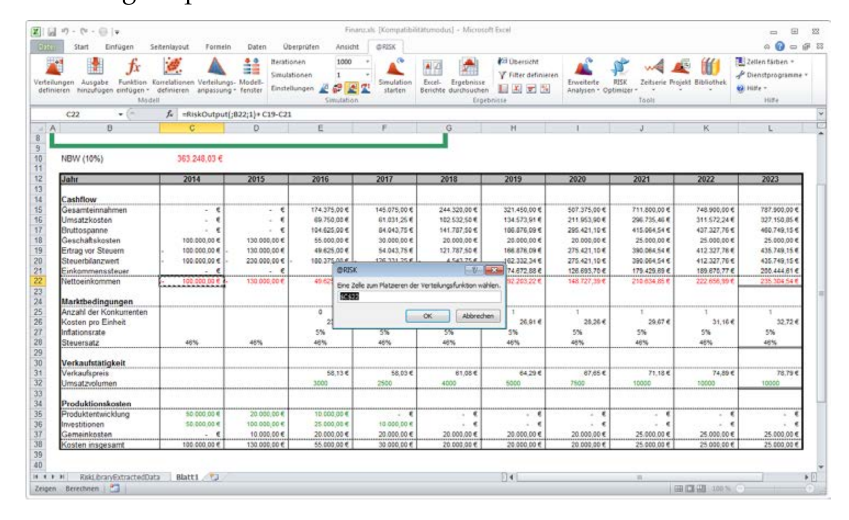
Das Aktualisieren wird über die Eigenschaftsfunktion **RiskLibrary** vorgenommen, die stets in einer aus der @RISK-Bibliothek hinzugefügten neu erhobenen Ausgabe-Werteprobe vorhanden ist, sofern die Option **Bei Start jeder Simulation aktualisieren** ausgewählt wurde. Beispiel:

=RiskResample(1;RiskLibraryExtractedData!B1:B100; RiskIsDiscrete(FALSE);RiskLibrary(407;"TB8GKF8C"; "RiskLibraryLocal");RiskName("NBW (10%)"))

Hierdurch wird @RISK angewiesen, die aus der durch TB8GKF8C identifizierten Bibliothek stammenden Daten für die Ausgabe bei Beginn der Simulation zu aktualisieren. Durch diese Identifizierung ist die Funktion mit einer eindeutigen Bibliothek in Ihrem System verknüpft. Falls diese Bibliothek nicht verfügbar ist, verwendet @RISK die Daten für die Ausgabe, die in der Arbeitsmappe vorhanden war, als die Daten zuletzt in der Arbeitsmappe aktualisiert wurden.

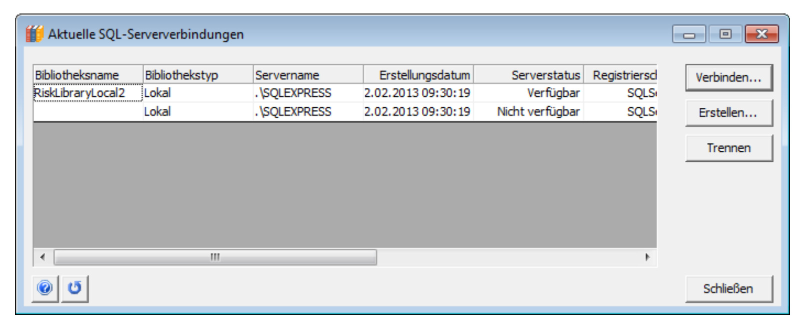
5) Wählen Sie **Als kontinuierliche Verteilung grafisch darstellen**, wenn die neu erhobenen Daten kontinuierlich grafisch dargestellt werden sollen (wie Sie in der gespeicherten Simulation bei Betrachtung der Ausgabeverteilung und Statistik sehen würden) und keine diskontinuierliche Verteilung vorzunehmen ist. Eine diskontinuierliche Verteilung kann über den Eigenschaftsfunktionseintrag *RiskIsDiscrete(FALSE)* in die Funktion *RiskResample* vorgenommen werden. Die *RiskResample*-Verteilung ist eine diskontinuierliche Verteilung, da nur Werteproben aus dem betreffenden Datensatz erhoben werden können. Durch die kontinuierliche grafische Darstellung werden Diagramme jedoch in einer Form angezeigt, die leichter von anderen Benutzern verwendet werden kann. **Hinweis: Die Auswahl von „Als kontinuierliche Verteilung grafisch darstellen" wirkt sich nicht auf die neu erhobenen Werteproben oder die Simulationsergebnisse aus.**

6) Wählen Sie in Excel die Zelle aus, in der die neu erhobene Ausgabe platziert werden soll.



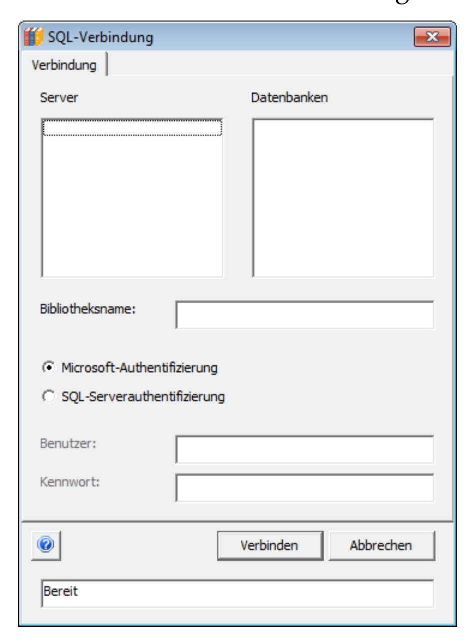
Technische Hinweise

Die @RISK-Bibliothek verwendet den Microsoft SQL-Server, um Simulationen und Arbeitsmappen zu speichern. Der Zugriff auf eine Datei in der @RISK-Bibliothek kann daher mit dem Zugriff auf eine SQL-Datenbank verglichen werden. Es können mehrere @RISK-Bibliotheksdatenbanken gleichzeitig geöffnet werden. Indem Sie unten im Fenster **@RISK-Bibliothek** auf das Symbol für **Bibliothek** klicken, können Verbindungen zu vorhandenen @RISK-Bibliotheksdatenbanken eingerichtet und auch neue Datenbanken erstellt werden.



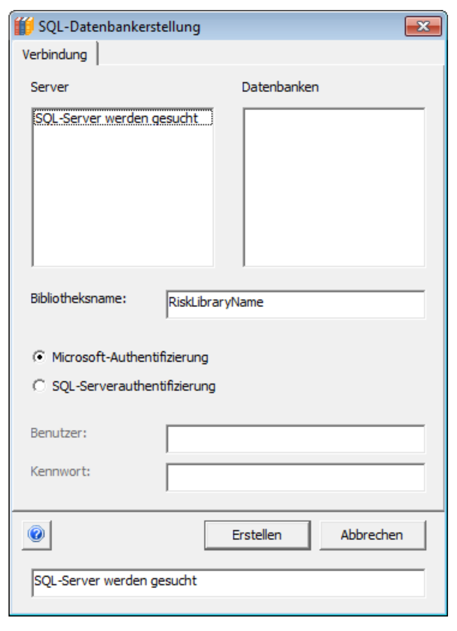
Verbindung zu einer vorhandenen Bibliothek

Durch Klicken auf **Verbinden** können Sie zu einem Server navigieren, auf dem SQL installiert und eine @RISK-Bibliotheksdatenbank verfügbar ist. Wenn Sie auf den Namen eines Servers klicken, können Sie feststellen, ob auf diesem Datenbanken verfügbar sind.



Erstellung einer neuen Bibliothek

Durch Klicken auf **Erstellen**, können Sie zu einem Server navigieren, auf dem SQL installiert ist. Geben Sie in das Feld **Bibliotheksname** den Namen für die neue Bibliothek ein und klicken Sie dann auf **Erstellen**. Sobald die Bibliothek erstellt ist, können Sie darin @RISK-Verteilungen und -Simulationsergebnisse speichern.



SQL Server Express

@RISK-Bibliothek verwendet **SQL Server Express** als Plattform für Speicherung und Abruf von *RiskLibrary*-Funktionen und Simulationsergebnissen. SQL Server Express ist ein kostenloses MS-Datenbankprodukt auf Basis von SQL Server 2005-Technologie, das dasselbe Datenbanksystem wie andere Versionen von SQL Server 2005 verwendet, aber nur mit 1 CPU, 1 GB RAM und 4 GB an Datenbankkapazität arbeitet.

Obwohl SQL Server Express als ein Serverprodukt benutzt werden kann, verwendet @RISK es auch als lokalen Client-Datenspeicher, und zwar in Fällen, in denen die Datenzugriffsfunktionalität der @RISK-Bibliothek nicht vom Netzwerk abhängig ist.

SQL Server Express kann deinstalliert und auch auf Multiprozessor-PCs ausgeführt werden, arbeitet aber immer nur mit einer CPU. Die begrenzte Datenbankgröße von 4 GB trifft auf alle Datendateien zu, aber es können dem Server unbegrenzt viele Datenbanken hinzugefügt werden und die Benutzer der @RISK-Bibliothek sind in der Lage, mehrere Datenbanken zu erstellen und auch die Verbindung zu mehreren Datenbanken herzustellen.

Auf ein und demselben System können mehrere SQL Server 2005 Express-Installationen vorgenommen werden, und zwar auch zusammen mit anderen Installationen von SQL Server 2000 und SQL Server 2005.

SQL Server Express wird standardmäßig unter dem Namen SQLEXPRESS installiert. Wir empfehlen, dass Sie ebenfalls diese benannte Instanz verwenden, es sei denn, andere Anwendungen stellen besondere Konfigurationsanforderungen.

Bei Herstellung der Verbindung zu oder Erstellung von Datenbanken bzw. beim Bearbeiten von *RiskLibrary*-Funktionen werden Sie feststellen, dass mehrere Optionen für die SQL Server-Authentisierung vorhanden sind. Für die meisten Benutzer und alle lokalen Instanzen von SQL Server Express ist die **Windows-Authentisierung** wahrscheinlich ausreichend. Bei dieser Authentisierung wird Ihr Netzwerk-Berechtigungsnachweis für die SQL Server-Anmeldung verwendet. Wenn Sie sich bei Ihrer Arbeitsstation anmelden, wird Ihr Kennwort durch Windows authentifiziert und dieser Berechtigungsnachweis ermöglicht Ihnen dann, auf den SQL-Server und die anderen Anwendungen auf Ihrer Arbeitsstation oder im Netzwerk zuzugreifen. Dieser Vorgang gibt Ihnen zwar nicht automatisch Zugriff auf eine @RISK-Bibliotheksdatenbank, aber Sie sollten in der Lage sein, damit die Verbindung zum Server herzustellen.

Bei der SQL Server-Authentisierung werden Anmeldungsname und Kennwort in SQL Server Express gespeichert. Wenn Sie dann versuchen, die Verbindung mittels SQL Server-Authentisierung herzustellen, wird der Anmeldungsname authentifiziert. Wenn dieser Teil der Authentisierung erfolgreich ist, wird das Kennwort mit dem gespeicherten Kennwortwert verglichen. Sofern das ebenfalls eine Übereinstimmung ergibt, wird der Zugriff auf den Server freigegeben.

Durch die SQL Server-Authentisierung sind Sie in der Lage, Ihre Datenbank zu schützen, indem Sie den Zugriff nur für bestimmte Benutzer oder Benutzergruppen ermöglichen. Die Einzelheiten der Einstellung und Verwaltung dieser Berechtigungen werden normalerweise durch einen Datenbank- oder Netzwerkadministrator gehandhabt und werden hier nicht weiter erörtert. Die Verwendung dieser Berechtigungen ermöglicht Ihnen, den Zugriff auf den Datenbankserver nur bestimmten Benutzern zu ermöglichen.

Wenn die Windows-Authentisierung verwendet wird, ist das Systemadministrator (admin)-Konto automatisch deaktiviert. Die Normalbenutzer auf einem PC haben fast überhaupt keine Berechtigungen, was SQL Server Express anbelangt. Ein lokaler Server-Administrator muss den Normalbenutzern ausdrücklich entsprechende Berechtigungen erteilen, damit diese die SQL-Funktionalität verwenden können.

Bibliothekskapazität

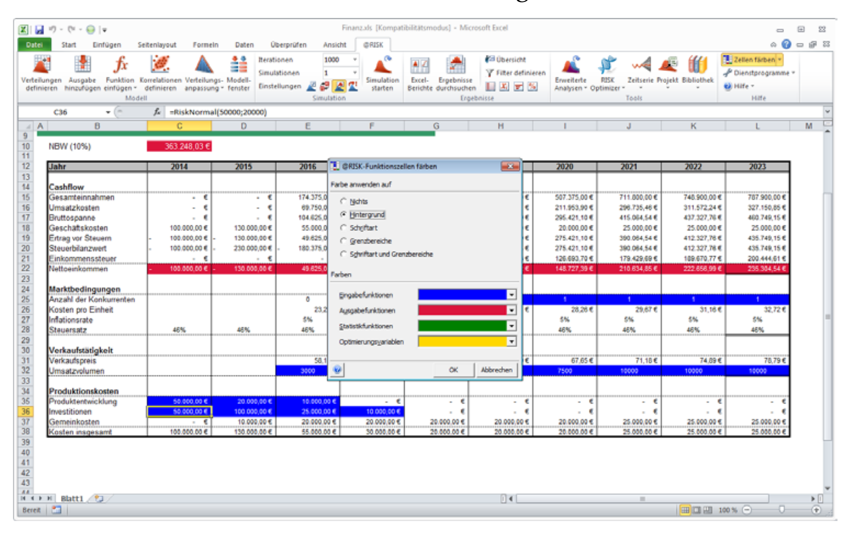
In SQL Server Express können in jeder Bibliotheksdatenbank ungefähr 2000 typische Simulationen mit 10 Ausgaben, 100 Eingaben und 1000 Iterationen gespeichert werden. Unterschiedlich große Simulationen stellen auch unterschiedliche Speicheranforderungen. Dem Server können beliebig viele Datenbanken angefügt werden und den Benutzern der @RISK-Bibliothek ist es möglich, mehrere Datenbanken zu erstellen bzw. die Verbindung zu mehreren Datenbanken herzustellen.

Befehle im Menü „Dienstprogramme“

Befehl „Zellen färben“

Ein- und Ausschalten der Färbung bei den @RISK-Funktionszellen

Sie können in Ihrer Arbeitsmappe die Zellen färben, in denen sich die Eingaben, Ausgaben, Statistikfunktionen und Optimierungs-Variablen für @RISK befinden. Dadurch können Sie dann schnell und mühelos die Komponenten Ihrer @RISK-Modelle in den geöffneten Arbeitsmappen finden. Sie können z. B. eine Farbe für Zellenschriftart, Grenzbereiche und Hintergrund auswählen.

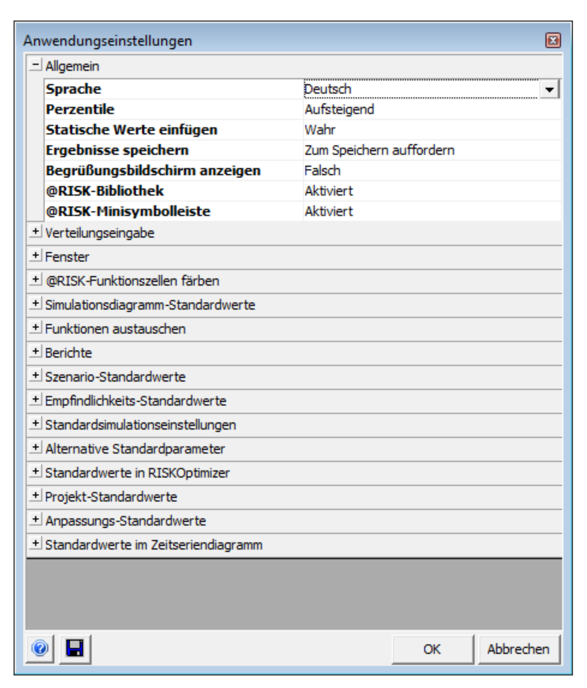


Wenn Sie Farben auf die @RISK-Funktionszellen angewendet haben, werden die Zellen automatisch entsprechend gefärbt, sobald Sie in der Kalkulationstabelle irgendwelche @RISK-Funktionen in die Formeln eingeben oder in den Formeln löschen.

Befehl „Anwendungseinstellungen“

Zeigt das Dialogfeld „Anwendungseinstellungen“ an, in dem Programmstandardwerte festgelegt werden können

Es kann eine Vielzahl von @RISK-Einstellungen auf Standardwerte festgelegt werden, die dann bei jeder Ausführung von @RISK automatisch verwendet werden. Diese Einstellungen beziehen sich u. a. auf Diagrammfarbe, angezeigte Statistiken, Färbung der @RISK-Zellen in Excel usw.



Bei Änderung der Anwendungseinstellungen werden alle Fenster und Diagramme entsprechend aktualisiert. Über Anwendungseinstellungen können daher während einer @RISK-Sitzung auf einfache Weise die gewünschten Änderungen an allen geöffneten Fenstern und Diagrammen gleichzeitig vorgenommen werden.

Viele der Standardwerte sind selbstdokumentierend und die meisten reflektieren Einstellungen, die auch in anderen @RISK-Dialogfeldern und – Bildschirmen zu finden sind. Folgende Standardwerte sollten jedoch etwas näher erklärt werden:

- **Perzentile – aufsteigend** oder **absteigend** – Durch Auswahl von **Absteigend** als Standardwert für **Perzentile** werden alle @RISK-Statistikberichte, Ziele sowie x- und p-Werte in Diagrammen so eingestellt werden, dass sie kumulativ absteigende Perzentile anzeigen. Standardmäßig werden Perzentilwerte in @RISK kumulativ aufsteigend angezeigt, d. h. es wird die Wahrscheinlichkeit errechnet, dass ein Wert nicht größer als ein gegebener X-Wert ist. Durch Auswahl von **absteigenden** Perzentilen wird @RISK veranlasst, Perzentilwerte kumulativ absteigend anzuzeigen, d. h. die Wahrscheinlichkeit zu berechnen, dass ein Wert größer als ein gegebener x-Wert ist.

  Durch Auswahl von absteigenden Perzentilen wird @RISK außerdem dazu veranlasst, kumulativ absteigende Perzentile zu verwenden, wenn bei Eingabe von Verteilungen in das Fenster **Verteilung definieren** Alternativparameter verwendet werden. In diesem Fall wird die prozentuale Wahrscheinlichkeit angegeben, dass ein Wert größer als der eingegebene Wert ist.

- **Statische Werte einfügen –** Bei Einstellung von **WAHR** wird hier automatisch eine ***RiskStatic***-Funktion in die eingegebenen @RISK-Verteilungen eingefügt, und zwar über das Fenster **Verteilung definieren**. Wird in diesem Fall in einer Zellformel ein vorhandener Wert durch eine @RISK-Verteilung ersetzt, wird der ersetzte Wert automatisch in die Eigenschaftsfunktion ***RiskStatic*** mit einbezogen.

- **Smarte Empfindlichkeitsanalyse –** aktiviert oder deaktiviert die Smarte Empfindlichkeitsanalyse. Weitere Informationen über diese Analyse und Situationen, in denen sie evtl. deaktiviert werden sollte, finden Sie unter **Befehl „Empfindlichkeiten".**

- **Fensterliste anzeigen –** Die @RISK-Fensterliste (die über **Dienstprogramme > Fenster** angezeigt werden kann) wird standardmäßig automatisch eingeblendet, wenn mehr als fünf @RISK-Fenster auf dem Bildschirm zu sehen sind. Über diese Standardeinstellung kann die Fensterliste entweder unterdrückt, immer angezeigt oder auch automatisch eingeblendet werden.

- **@RISK-Funktionszellen färben** – Falls gewünscht, können Sie über diese Einstellung Formatierung auf die Zellen in Ihrer Arbeitsmappe anwenden, in der sich die @RISK-Eingaben, -Ausgaben, -Statistikfunktionen und -Optimierungs-Variablen befinden. Sie können z. B. eine Farbe für Zellenschriftart, Grenzbereiche und Hintergrund auswählen. Auch können Sie den Befehl **Zellen färben** verwenden, um auf diese Optionen zuzugreifen.

- **Bevorzugtes Verteilungsformat** – legt das zu verwendende Format für @RISK-Verteilungsdiagramme, Modelleingaben und Simulationsergebnisse fest. Falls ein bestimmtes Diagramm nicht im bevorzugten Format angezeigt werden kann, wird diese Einstellung automatisch nicht verwendet.

- **Anzahl der begrenzten Kurven** – stellt die Maximalanzahl der Begrenzungsleisten ein, die oben im Diagramm zu sehen und jeweils mit einer Kurve im Diagramm verknüpft sind.

- **Markierte Werte** – stellt die Standardmarkierungen für die von Ihnen anzuzeigenden Diagramme ein.

- **Zahlenformatierung** – stellt die Formatierung für Zahlen in Diagrammen und Markierungen ein. **Mengen mit Einheiten** bezieht sich auf berichtete Werte, wie z. B. Mittelwert und Standardabweichung, die die Diagrammeinheiten verwenden. **Mengen ohne Einheiten** bezieht sich auf berichtete Statistiken, wie z. B. Schiefe und Wölbung, die nicht die Werteinheiten des Diagramms verwenden. Hinweis: Falls das Format **Währung** ausgewählt ist, wird es nur dann angewendet, wenn die Excel-Zelle für die grafisch dargestellte Ausgabe oder Eingabe ebenfalls die Formatierung **Währung** verwendet.

Anwendungs-einstellungen exportieren und importieren

In @RISK können die Anwendungseinstellungen in der Datei **RiskSettings.rsf** gespeichert werden. Anschließend kann diese Datei dann dazu verwendet werden, die Anwendungseinstellungen für @RISK auf einem anderen PC festzulegen. Vorgehensweise:

1) Klicken Sie unten im Fenster **Anwendungseinstellungen** auf das zweite Symbol und wählen Sie dann den Befehl **An Datei exportieren**.

2) Speichern Sie die Datei **RiskSettings.rsf.**

3) Plazieren Sie **RiskSettings.rsf** unter **Programme\Palisade\RISK7**, und zwar auf dem PC, auf dem die Anwendungseinstellungen für @RISK festgelegt werden sollen. Dies sollte in der Regel erst nach Installation von @RISK auf diesem PC erfolgen.

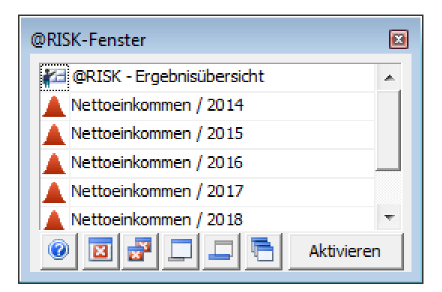
Wenn die Datei **RiskSettings.rsf** bei Ausführung von @RISK vorhanden ist, werden die in dieser Datei gespeicherten Anwendungseinstellungen automatisch verwendet, und der Benutzer kann diese dann nicht ändern. (Der Benutzer kann jedoch weiterhin die Simulationseinstellungen ändern.) Um die Anwendungseinstellungen ändern zu können, muss der Benutzer dann @RISK erst ausschalten und die Datei **RiskSettings.rsf** entfernen.

Der Befehl **Aus Datei importieren** kann anschließend dazu verwendet werden, die Anwendungseinstellungen erneut aus einer Datei **RiskSettings.rsf** zu laden, die sich nicht im Ordner **RISK7** befindet. Importierte Einstellungen können jederzeit geändert werden, was bei Einstellungen aus einer unter **Programme\Palisade\RISK7** gespeicherten Datei **RiskSettings.rsf** nicht der Fall ist.

Befehl „Fenster“

Zeigt die @RISK-Fensterliste an

In der @RISK-Fensterliste sind alle geöffneten @RISK-Fenster zu sehen, die dann aktiviert, angeordnet und geschlossen werden können.

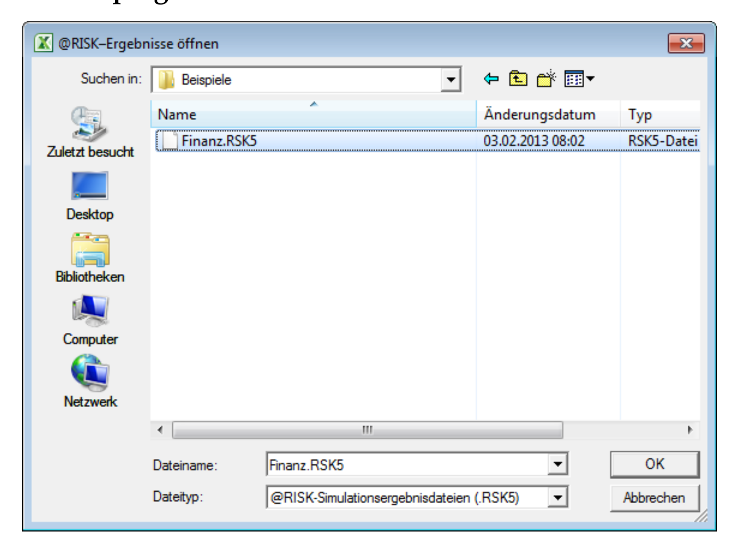


Durch Doppelklicken auf ein Fenster kann dieses in der Liste aktiviert werden. Auch ist es möglich, einzelne oder alle Fenster zu schließen, indem Sie auf die roten Schließ-Fenster-Symbole klicken.

Befehl „Simulationsdatei öffnen“

Öffnet Simulationsergebnisse und Diagramme aus einer .RSK5-Datei

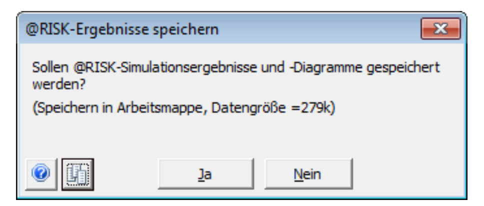
Vielleicht ist es gelegentlich wünschenswert, Simulationsergebnisse in externen .RSK5-Dateien zu speichern, wie das in früheren @RISK-Versionen möglich war. Das könnte beispielsweise recht praktisch sein, wenn Ihre Simulation sehr umfangreich ist und Sie die Daten nicht in Ihre Arbeitsmappe einbetten möchten. Falls Sie in diesem Fall eine .RSK5-Datei mit dem gleichen Namen wie Ihre Arbeitsmappe in demselben Ordner speichern, wird diese Datei immer automatisch zugleich mit Ihrer Arbeitsmappe geöffnet. Anderenfalls können Sie die .RSK5-Datei über den Befehl **Simulationsdatei öffnen** aus dem Menü **Dienstprogramme** öffnen.



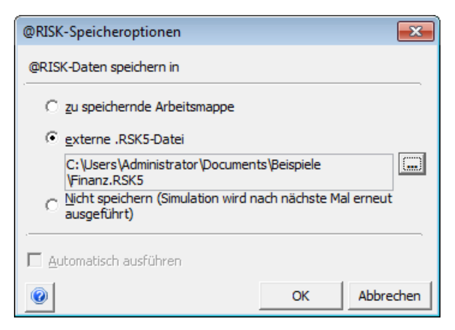
Speichern und Öffnen von @RISK-Simulationen

Die Ergebnisse aus Simulationen (einschließlich Diagrammen) können direkt in Ihrer Arbeitsmappe, einer externen .RSK5-Datei oder auch in der @RISK-Bibliothek gespeichert werden. Über den Befehl **Anwendungseinstellungen** aus dem Menü **Dienstprogramme** können Sie außerdem @RISK so einstellen, dass Ihre Simulationsergebnisse **automatisch oder auch überhaupt nicht** in Ihrer Arbeitsmappe gespeichert werden. Wichtiger Hinweis: Ihr Modell (einschließlich Verteilungsfunktionen und Simulationseinstellungen) wird immer automatisch zusammen mit Ihrer Arbeitsmappe gespeichert. Aus @RISK an Excel exportierte und dort in Arbeitsblättern platzierte Berichte werden automatisch zusammen mit der zugehörigen Excel-Arbeitsmappe gespeichert. Die Optionen unter **Simulation speichern** wirken sich nur auf Simulationsergebnisse und Diagramme aus, die in @RISK-Fenstern, wie z. B. Diagrammfenstern, dem Datenfenster oder Ergebnisübersichtsfenster, angezeigt werden.

Sie können @RISK so einstellen, dass Sie wie nachstehend gezeigt aufgefordert werden, bei jeder Speicherung Ihrer Arbeitsmappe auch die Simulationsergebnisse mit zu speichern.



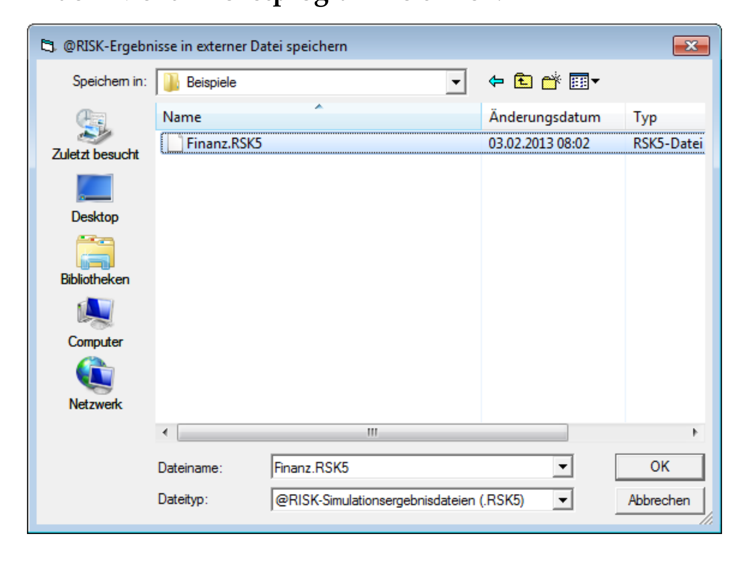
Über die Schaltfläche **Speicheroptionen** (zweite von links) können Sie den Speicherort für die Simulationsergebnisse auswählen.



Im Dialogfeld **@RISK-Ergebnisse speichern** stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- **zu speichernder Arbeitsmappe** – Durch diese Option wird angegeben, dass @RISK alle Daten aus der ausgeführten Simulation, einschließlich geöffneter Fenster und Diagramme, in der zu speichernden Arbeitsmappe mit speichern soll. Wenn über den Befehl **Anwendungseinstellungen** aus dem Menü **Dienstprogramme** angegeben ist, dass @RISK Simulationen automatisch in der Arbeitsmappe speichern soll (oder das Kontrollkästchen **Automatisch ausführen** aktiviert ist), werden die @RISK-Daten und -Diagramme jedesmal automatisch gespeichert und auch wieder geöffnet, wenn Sie Ihre Arbeitsmappe speichern bzw. erneut öffnen.

- **externe .RSK5-Datei** – Vielleicht ist es gelegentlich wünschenswert, Simulationsergebnisse in externen .RSK5-Dateien zu speichern, wie das in früheren @RISK-Versionen möglich war. Das könnte beispielsweise recht praktisch sein, wenn Ihre Simulation sehr umfangreich ist und Sie die Daten nicht in Ihre Arbeitsmappe einbetten möchten. Durch Klicken auf die Optionsschaltfläche neben dem Dateinamen können Sie einen Namen und einen Speicherort für Ihre ,RSK5-Datei angeben. Falls Sie diese Datei in demselben Ordner und unter demselben Stammverzeichnisnamen wie Ihre Arbeitsmappe speichern, wird diese Datei immer automatisch zugleich mit Ihrer Arbeitsmappe geöffnet. Anderenfalls können Sie die .RSK5-Datei über den Befehl **Simulationsdatei öffnen** aus dem Menü **Dienstprogramme** öffnen.

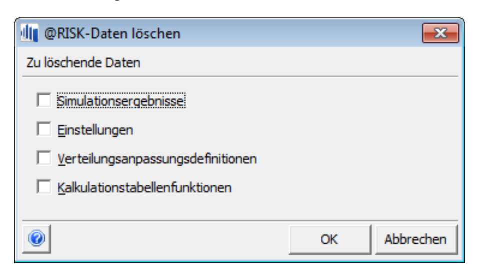


- **Nicht speichern** – Bei Auswahl dieser Option werden keine Simulationsergebnisse durch @RISK gespeichert. Sie können Ihre Simulation jedoch jederzeit noch einmal ausführen, um die Ergebnisse erneut anzeigen zu lassen, da Ihr Modell – einschließlich Verteilungsfunktionen und Simulationseinstellungen – immer zusammen mit Ihrer Arbeitsmappe gespeichert wird.
- **Automatisch ausführen** – Durch diese Option wird angegeben, dass Ihre Daten immer automatisch in Ihrer Arbeitsmappe gespeichert werden sollen (bzw. bei Auswahl von **Nicht speichern** automatisch nicht gespeichert werden sollen). Sie können die gleiche Einstellung auch über den entsprechenden **Anwendungseinstellungs-Befehl** aus dem Menü **Dienstprogramme** erreichen.

Befehl „@RISK-Daten löschen“

Löscht die ausgewählten @RISK-Daten aus geöffneten Arbeitsmappen

Über diesen Befehl können die ausgewählten @RISK-Daten aus offenen Arbeitsmappen gelöscht werden.



Dabei kann es sich um folgende Datenoptionen handeln:

- **Simulationsergebnisse –** löscht die Ergebnisse der aktuellen @RISK-Simulation, wie sie in den aktiven @RISK-Fenstern zu sehen sind.
- **Einstellungen –** Dadurch werden nämlich die @RISK-Einstellungen und damit verknüpften definierten Excel-Namen gelöscht. Für @RISK-Funktionen eingegebene Namen werden jedoch nicht gelöscht, da sie in Zellformeln und nicht in der Liste **Definierte Namen** einer Excel-Arbeitsmappe gespeichert sind.
- **Verteilungsanpassungsdefinitionen –** löscht alle Definitionen von angepassten Verteilungen, die im Anpassungsmanager zu sehen sind.
- **Kalkulationstabellenfunktionen –** entfernt alle @RISK-Funktionen aus geöffneten Arbeitsmappen und ersetzt sie jeweils durch den entsprechenden statischen Wert. Falls dieser nicht zu finden ist, wird zu diesem Zweck der im Dialogfeld **Tauschoptionen** angegebene **Austauschwert** verwendet. Es handelt sich hier jedoch um keinen Funktionsaustausch, da @RISK keine Tauschinformationen in Ihrer Arbeitsmappe platziert, die zum späteren Widereintausch der Funktionen verwendet werden könnten. Mit anderen Worten, **alle Modellinformationen gehen verloren**.

Wenn Sie alle diese Optionen auswählen, werden sämtliche @RISK-Informationen aus den geöffneten Arbeitsmappen entfernt.

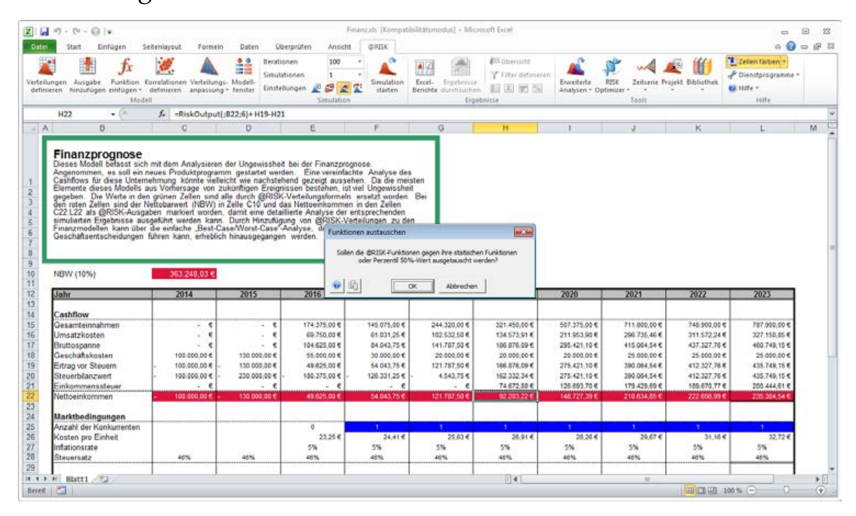
Befehl „@RISK-Funktionen austauschen“

Tauscht @RISK-Funktionen in Zellformeln aus

Mithilfe des Befehls **@RISK-Funktionen austauschen** können @RISK-Funktionen in Ihren Arbeitsmappen ausgetauscht werden. Dadurch ist es einfacher, Modelle an Kollegen und Mitarbeiter zu senden, die nicht mit @RISK arbeiten. Falls Ihr Modell durch den Austausch von @RISK-Funktionen gegen RiskStatic-Werte geändert wird, aktualisiert @RISK automatisch die Speicherorte und statischen Werte der @RISK-Funktionen, wenn sie wieder gegen die RiskStatic-Werte eingetauscht werden.

@RISK verwendet bei diesem Funktionsaustausch die neue Eigenschaftsfunktion ***RiskStatic***. ***RiskStatic*** enthält den Wert, der die Funktion beim Austausch ersetzen wird. ***RiskStatic*** gibt auch den Wert an, den @RISK bei einer standardmäßigen Excel-Neukalkulation zur Verteilung zurückgeben wird.

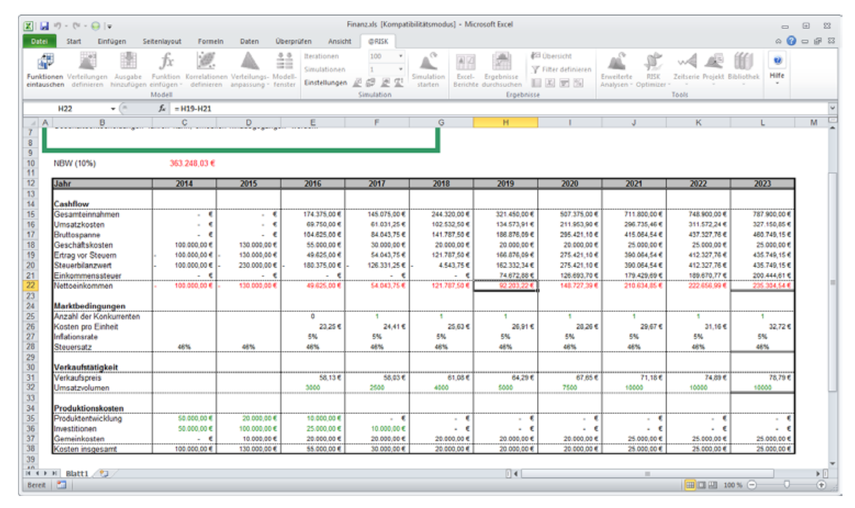
Durch Klicken auf das Symbol für **@RISK-Funktionen austauschen** können Sie entweder Funktionen unter Verwendung der aktuellen Austauscheinstellungen sofort austauschen oder auch vorher die Einstellungen ändern.



@RISK nach Funktionsaustausch

Beim Austausch von Funktionen ist die @RISK-Symbolleiste deaktiviert, d. h. wenn Sie eine @RISK-Funktion eingeben, kann diese nicht erkannt werden.

Über das Dialogfeld **Austauschoptionen** können Sie angeben, wie @RISK beim Austausch oder Eintausch von Funktionen vorgehen soll. Falls durch das Austauschen von @RISK-Funktionen eine Änderung in Ihrer Arbeitsmappe stattfindet, kann @RISK Ihnen mitteilen, wie die @RISK-Funktionen in das veränderte Modell wieder eingefügt werden. In den meisten Fällen ist @RISK in der Lage, die beim Austausch von Funktionen in der Arbeitsmappe vorzunehmenden Änderungen automatisch zu handhaben.



Jahr	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Cashflow										
Gesamteinnahmen	- €	- €	174.375,00 €	145.075,00 €	244.320,00 €	321.450,00 €	507.375,00 €	711.800,00 €	748.900,00 €	787.900,00 €
Umsatzkosten	- €	- €	69.750,00 €	61.031,25 €	102.532,50 €	134.573,91 €	211.953,90 €	296.735,46 €	311.572,24 €	327.150,85 €
Bruttospanne	- €	- €	104.625,00 €	84.043,75 €	141.787,50 €	186.876,09 €	295.421,10 €	415.064,54 €	437.327,76 €	460.749,15 €
Geschäftskosten	100.000,00 €	130.000,00 €	55.000,00 €	30.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	25.000,00 €	25.000,00 €	25.000,00 €
Ertrag vor Steuern	- 100.000,00 €	- 130.000,00 €	49.625,00 €	54.043,75 €	121.787,50 €	166.876,09 €	275.421,10 €	390.064,54 €	412.327,76 €	435.749,15 €
Steuerbilanzwert	- 100.000,00 €	- 230.000,00 €	- 180.375,00 €	- 126.331,25 €	- 4.543,75 €	162.332,34 €	275.421,10 €	390.064,54 €	412.327,76 €	435.749,15 €
Einkommenssteuer	- €	- €	- €	- €	- €	74.672,88 €	126.693,70 €	179.429,69 €	189.670,77 €	200.444,61 €
Nettoeinkommen	- 100.000,00 €	- 130.000,00 €	49.625,00 €	54.043,75 €	121.787,50 €	92.203,22 €	148.727,39 €	210.634,85 €	222.656,99 €	235.304,54 €
Marktbedingungen										
Anzahl der Konkurrenten			0	1	1	1	1	1	1	1
Kosten pro Einheit			23,25 €	24,41 €	25,63 €	26,91 €	28,26 €	29,67 €	31,16 €	32,72 €
Inflationsrate			5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Steuersatz	46%	46%	46%	46%	46%	46%	46%	46%	46%	46%
Verkaufstätigkeit										
Verkaufspreis			58,13 €	58,03 €	61,08 €	64,29 €	67,65 €	71,18 €	74,89 €	78,79 €
Umsatzvolumen			3000	2500	4000	5000	7500	10000	10000	10000
Produktionskosten										
Produktentwicklung	50.000,00 €	20.000,00 €	10.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Investitionen	50.000,00 €	100.000,00 €	25.000,00 €	10.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Gemeinkosten	- €	10.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	25.000,00 €	25.000,00 €	25.000,00 €
Kosten insgesamt	100.000,00 €	130.000,00 €	55.000,00 €	30.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	25.000,00 €	25.000,00 €	25.000,00 €

Optionen

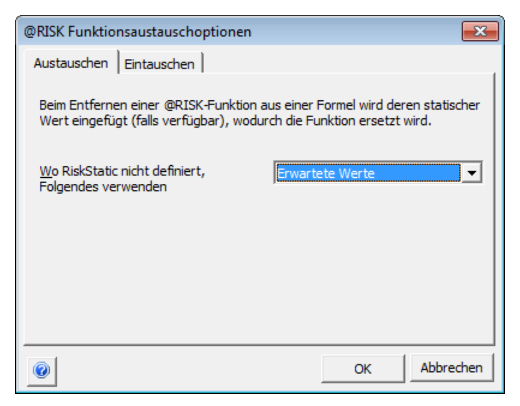
Durch Klicken auf das Symbol für **Austauschoption**, das im Dialogfeld **@RISK-Funktionen austauschen** neben dem Symbol für **Hilfe** zu finden ist, kann das Dialogfeld **Austauschoptionen** angezeigt werden.

Es sind zwei Optionen verfügbar:

- **Austauschen** (um @RISK-Funktionen zu entfernen)
- **Eintauschen** (um @RISK-Funktionen in die Arbeitsmappe zurückzubringen)

Austauschoptionen

Beim Austausch wird zum Ersetzen einer @RISK-Funktion als Primärwert der **statische Wert** der Funktion verwendet. Dies ist normalerweise ein Formelwert in Ihrem Modell, der durch eine @RISK-Funktion ersetzt wurde. Dieser Wert ist in der Eigenschaftsfunktion ***RiskStatic*** in einer @RISK-Verteilung gespeichert.



Wenn Sie über das Fenster **Verteilung definieren** eine neue Verteilung eingeben, kann @RISK automatisch den Wert speichern, den Sie in einer ***RiskStatic***-Eigenschaftsfunktion durch die Verteilung ersetzen. Wenn Zelle *C10* beispielsweise den Wert 1000 hat, wie in der folgenden Formel

C10: =1000

gezeigt, dann können Sie im Fenster **Verteilung definieren** diesen Wert durch eine Normalverteilung mit einem Mittelwert von 990 und einer Standardabweichung von 100 ersetzen. Dadurch erscheint dann in Excel folgende Formel:

C10: =RiskNormal(990,100,RiskStatic(1000))

Hinweis: Der ursprüngliche Zellenwert von 1000 wurde bei diesem Vorgang in der Eigenschaftsfunktion *RiskStatic* gespeichert.

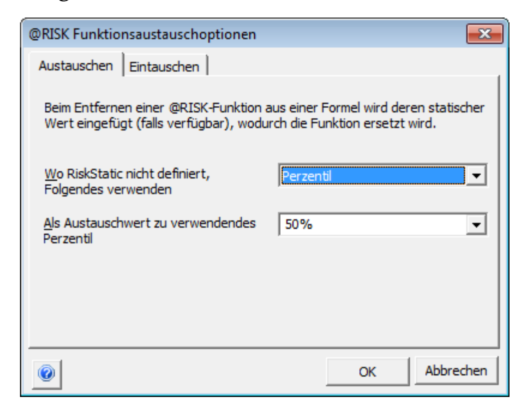
Falls kein statischer Wert definiert wurde (d. h. keine Funktion ***RiskStatic*** vorhanden ist), ist ein Satz anderer Werte verfügbar, um den @RISK-Funktionswert zu ersetzen. Diese Werte können über folgende Optionen unter **Wenn *RiskStatic* nicht definiert, folgende Option verwenden:** ausgewählt werden:

- **„Korrigierter“ erwarteten Wert** – oder erwarteter bzw. Mittelwert einer Verteilung, außer bei diskontinuierlichen Verteilungen. Bei diskontinuierlichen Verteilungen wird durch die Einstellung **„Korrigierter“ erwarteter Wert** in der Verteilung als Austauschwert der diskontinuierliche Wert verwendet, der dem wahren erwarteten Wert am nächsten kommt.

- **Wahrer erwarteter Wert –** Durch diese Einstellung werden in der Regel die gleichen Werte wie bei der Option **„Korrigierter“ erwarteter Wert** zurückgegeben, aber nicht bei diskontinuierlichen Verteilungstypen, wie z. B. DISCRETE, POISSON usw. Für diese Verteilungen wird als Austauschwert der wahre erwartete Wert verwendet, selbst wenn dieser bei der eingegebenen Verteilung eigentlich nicht auftreten könnte, d. h. wenn es sich bei dem Wert um keinen der diskontinuierlichen Punkte in der Verteilung handelt.

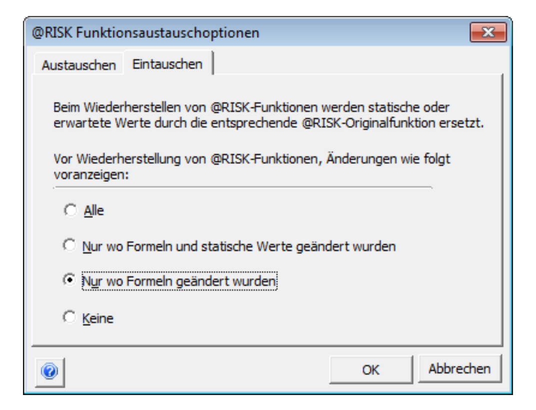
- **Modus –** oder der Moduswert einer Verteilung.

- **Perzentil –** oder der eingegebene Perzentilwert für jede Verteilung.



Eintauschoptionen

Über diese Optionen wird gesteuert, wie die Änderungen berichtet werden sollen, die @RISK in Ihrer Kalkulationstabelle vornimmt, bevor die Verteilungsfunktionen wieder in Formeln eingefügt werden. Formeln und Werte in Kalkulationstabellen können durch Austausch von @RISK-Funktionen geändert werden. Beim Eintausch wird durch @RISK identifiziert, wo die @RISK-Funktionen wieder eingefügt werden sollten. Auch kann @RISK nötigenfalls alle Änderungen anzeigen, die auf diese Weise in Ihren Formeln vorgenommen werden. Sie haben die Möglichkeit, diese Änderungen zu überprüfen, um sicherzustellen, dass die @RISK-Funktionen wie gewünscht zurückgegeben werden. In den meisten Fällen wird der Eintausch automatisch vorgenommen, während @RISK alle Änderungen an statischen Werten erfasst, die beim Austausch von Funktionen vorgenommen wurden. @RISK handhabt ebenfalls automatisch alle verschobenen Formeln und eingefügten Zeilen sowie Spalten. Wenn jedoch die Formeln, in denen die @RISK-Funktionen vorher gespeichert waren, beim Austausch der Funktionen gelöscht wurden, zeigt @RISK Ihnen die Problemformeln an, bevor die Funktionen wieder eingetauscht werden.



Unter **Vor Wiederherstellung von @RISK-Funktionen, Änderungen wie folgt voranzeigen:** sind folgende Eintauschoptionen verfügbar:

- **Alle** – Bei dieser Option werden alle am Modell vorzunehmenden Änderungen berichtet, selbst dann, wenn eine Formel und ein Austauschwert nicht beim Austausch von @RISK-Funktionen geändert wurden.

- **Nur wo Formeln und statische Werte geändert wurden –** Bei Auswahl dieser Option werden nur die Änderungen, die einen geänderten statischen Wert oder eine geänderte Formel mit einbeziehen, an Sie gemeldet. Die ursprüngliche @RISK-Verteilung

  C10: =RiskNormal(990;100;RiskStatic(1000))

  ist, würde die Formel nach dem Austausch wie folgt aussehen:

  C10: =1000

  Falls der Wert C10 dann während des Funktionsaustausches auf

  C10: =2000

  geändert wurde, würde @RISK folgende Funktion wieder eintauschen und damit den statischen Wert aktualisieren:

  C10: =RiskNormal(990;100;RiskStatic(2000))

  Falls die Eintauschoption **Nur wo Formeln und statische Werte geändert wurden** ausgewählt wurde, würde @RISK diese Änderung vor dem Eintausch an Sie berichten.

- **Nur wo Formeln geändert wurden –** Bei dieser Option werden nur vorzunehmende Änderungen, die eine geänderte Formel mit einbeziehen, an Sie berichtet. Wenn die ursprüngliche @RISK-Verteilungsformel z. B.

  C10: =1,12+RiskNormal(990;100;RiskStatic(1000))

  ist, würde die Formel nach dem Austausch wie folgt aussehen:

  C10: =1,12+1000

  Falls die Formel für C10 dann während des Funktionsaustausches auf

  C10: =1000

  geändert wurde, würde @RISK folgende Formel und Funktion wieder eintauschen:

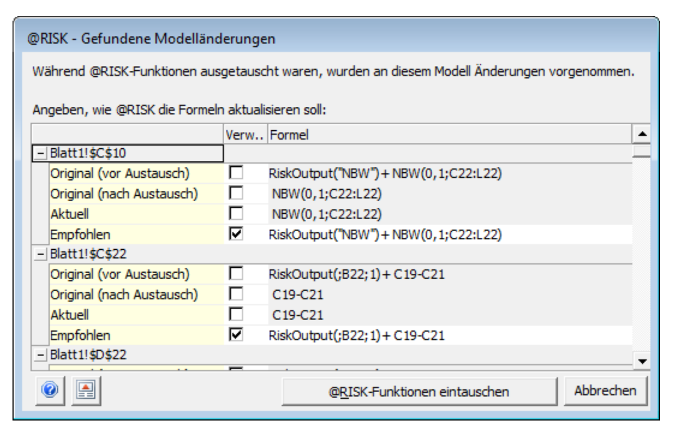
  C10: =RiskNormal(990;100;RiskStatic(1000))

  Falls die Option **Nur wo Formeln und statische Werte geändert wurden** oder **Nur wo Formeln geändert wurden** ausgewählt wurde, würde @RISK diese Änderung vor dem Eintausch an Sie berichten.

- **Keine** – Bei dieser Option werden keine der am Modell vorzunehmenden Änderungen berichtet und @RISK tauscht einfach die durch das Programm empfohlene Änderung ein.

Vorschau von Änderungen vor Eintausch von @RISK-Funktionen

@RISK erstellt einen Bericht, den Sie zur Vorschau von Änderungen verwenden können, die beim Eintausch von Funktionen an einer Arbeitsmappe vorgenommen werden. Der Bericht enthält folgende Optionen für wieder einzutauschende Formeln: **Ursprüngliche (vor Tausch), Ursprüngliche (nach Tausch), Aktuelle** und **Empfohlene.**



Falls gewünscht, können Sie die empfohlene, wieder einzutauschende Formel bearbeiten oder auch eine der anderen angezeigten Formeln auswählen, die beim Eintausch verwendet werden sollen, Durch Auswahl des Befehls **Bericht an Excel erstellen** über das unten im Fenster befindliche Symbol für **Bearbeiten** können Sie in Excel einen Bericht über die am Modell vorgenommenen Änderungen erstellen.

Eintausch von Funktionen beim Öffnen einer Arbeitsmappe

Bei Ausführung von @RISK können Sie automatisch Funktionen eintauschen, sobald eine „ausgetauschte" Arbeitsmappe geöffnet wird. Diese Möglichkeit ist jedoch nicht vorhanden, wenn die ausgetauschte Arbeitsmappe bei deaktivierter @RISK-Symbolleiste geöffnet wird, weil Funktionen ausgetauscht sind.

Befehl „@RISK Add-In entladen"

Entlädt das @RISK Add-In aus dem Excel-Programm

Über diesen Befehl wird @RISK entladen und werden alle @RISK-Fenster geschlossen.

Befehle im Menü „Hilfe“

@RISK-Hilfe

Öffnet die Online-Hilfedatei für @RISK

Über den Befehl **@RISK-Hilfe** aus dem Menü **„?“** können Sie die @RISK-Haupthilfedatei öffnen. In dieser Datei werden alle @RISK-Funktionen und -Befehle beschrieben.

Befehl „Online-Handbuch“

Öffnet das Online-Handbuch für @RISK

Durch den Befehl **Online-Handbuch** aus dem Menü **„?“** kann dieses Handbuch im PDF-Format geöffnet werden. Dafür muss allerdings auf dem Rechner das Programm **Adobe Acrobat Reader** installiert sein.

Befehl „Lizenzaktivierung“

Zeigt die Lizenzierungsinformationen für @RISK an und ermöglicht die Lizenzierung von Demo-Versionen

Über den Befehl **Lizenzaktivierung** aus dem Menü **„?“** kann das Dialogfeld **Lizenzaktivierung** angezeigt werden, in dem die Versions- und Lizenzierungsinformationen für Ihr @RISK-Programm zu finden sind. Sie können dieses Dialogfeld auch dazu verwenden, eine Demo-Version von @RISK in ein lizenziertes Programm konvertieren zu lassen.

Weitere Informationen über die Lizenzierung von @RISK sind in diesem Handbuch in **Kapitel 1: Erste Schritte** zu finden.

Befehl „Info über“

Zeigt die Versions- und Copyright-Informationen über @RISK an

Über den Befehl **Info über** aus dem Menü **„?“** können Sie das Dialogfeld **Info über** anzeigen lassen, in dem die Versions- und Copyright-Informationen über @RISK aufgeführt sind.

@RISK-Funktionen

Einführung

@RISK enthält anpassbare Funktionen, die in Excel-Zellen und -Formeln Verwendung finden können. Diese Funktionen können u. a. für folgende Aufgaben benutzt werden:

1) **Definieren von Wahrscheinlichkeitsverteilungen** (@RISK-*Verteilungsfunktionen* und -*Verteilungseigenschaftsfunktionen)*
2) **Definieren von Simulationsausgaben** (Funktion *RiskOutput*)
3) **Zurückgeben von Simulationsergebnissen an die Kalkulationstabelle** (@RISK-*Statistik*- und -*Diagrammfunktionen*)

In diesem Referenzkapitel werden die einzelnen @RISK-Funktionstypen beschrieben und auch Einzelheiten über die erforderlichen und optionalen Argumente für jede Funktion gegeben.

Verteilungsfunktionen

Wahrscheinlichkeitsverteilungs-Funktionen werden dazu benutzt, den Zellen und Gleichungen im Excel-Arbeitsblatt eine gewisse Unbestimmtheit hinzuzufügen. Sie können z. B. die Funktion ***RiskUniform(10;20)*** in eine Arbeitsblattzelle eingeben. Dadurch wird angegeben, dass die Zellwerte durch eine Gleichverteilung mit einem Minimum von 10 und einem Maximum von 20 generiert werden sollen. Durch diesen Wertebereich wird der für Excel erforderliche feste Einzelwert ersetzt.

Während einer Simulation werden in @RISK Verteilungsfunktionen benutzt, um Proben von möglichen Werten zu erheben. In jeder Iteration der Simulation wird ein neuer Satz der durch die einzelnen Verteilungsfunktionen im Arbeitsblatt erhobenen Werte verwendet. Diese Werte werden dann dazu benutzt, das Arbeitsblatt neu zu berechnen und einen neuen Satz von möglichen Ergebnissen zu erstellen.

Wie bei Excel-Funktionen enthalten auch Verteilungsfunktionen zwei Elemente, nämlich einen Funktionsnamen und Argumentswerte, die in Klammern gesetzt sind. Eine typische Funktion sieht wie folgt aus:

RiskNormal(100;10)

Für jeden Wahrscheinlichkeitsverteilungstyp wird eine unterschiedliche Verteilungsfunktion verwendet. Der Verteilungstyp, der für die Probenerhebung verwendet wird, ist durch den Funktionsnamen kenntlich gemacht. Die Verteilungsparameter werden durch die Funktionsargumente angegeben.

Die Anzahl und Art der Argumente ist je nach Funktion unterschiedlich. Im folgenden Fall:

RiskNormal(*Mittelw.;Std.Abw.*)

wird z. B. eine feste Anzahl von Argumenten bei jedem Auftreten der Funktion verwendet. Bei anderen Funktionen, wie z. B. bei DISCRETE, können Sie die von Ihnen gewünschte Anzahl an Argumenten angeben, d. h. je nach gegebener Situation. Durch die Funktion DISCRETE können z. B. zwei, drei oder nötigenfalls noch mehr Resultate angegeben werden.

Genau wie bei Excel-Funktionen können auch Verteilungsfunktionen Argumente enthalten, die sich auf Zellen oder Ausdrücke beziehen, z. B.

RiskTriang(B1;B2*1,5;B3)

In diesem Fall wird der Zellwert durch eine Dreiecksverteilung (Triang) angegeben, und zwar durch den Minimalwert aus Zelle B1, dem Höchstwahrscheinlichkeitswert aus B2 (der mit 1,5 multipliziert wird) und dem Maximalwert aus Zelle B3.

Verteilungsfunktionen können auch (genau wie bei Excel-Funktionen) in Zellformeln verwendet werden. Eine Zellformel könnte z. B. wie folgt aussehen:

B2: 100+RiskUniform(10;20)+(1,5*RiskNormal(A1;A2))

Bei Eingabe von Verteilungsfunktionen stehen Ihnen alle standardmäßigen Bearbeitungsbefehle aus Excel zur Verfügung. Es kann jedoch nur dann in Excel eine Probenerhebung bei den Verteilungsfunktionen vorgenommen werden, wenn @RISK geladen ist.

Eingabe von Wahrscheinlichkeitsverteilungs-Funktionen

So geben Sie Verteilungsfunktionen ein:

- Überprüfen Sie das Arbeitsblatt und identifizieren Sie die Zellen, die unbestimmte Werte haben.

Suchen Sie nach den Zellen, bei denen die tatsächlich auftretenden Werte von den im Arbeitsblatt angezeigten abweichen könnten. Sie sollten zuerst solche wichtigen Variablen identifizieren, bei denen die Zellwertschwankung am größten sein könnte. Mit besser werdender Risikoanalyse können Sie dann die Verteilungsfunktionen über das ganze Arbeitsblatt ausdehnen.

- Wählen Sie Verteilungsfunktionen für die identifizierten Zellen aus. In Excel können Sie den Befehl „Funktion einfügen“ verwenden, um die ausgewählten Funktionen in Formeln einzugeben.

Bei Auswahl einer Verteilungsfunktion stehen Ihnen über 30 Verteilungstypen zur Verfügung. Wenn Sie nicht genau wissen, wie die unbestimmten Werte verteilt sind, ist es am besten, mit den einfacheren Verteilungstypen zu beginnen, wie z. B. gleichförmig (uniform), dreieckig (triangular) oder normal. Zu Anfang sollten Sie den Wert der aktuellen Zelle möglichst als Mittelwert oder Höchstwahrscheinlichkeitswert der Verteilungsfunktion angeben. Der Bereich der verwendeten Funktion reflektiert in diesem Fall die mögliche Schwankung um den Mittel- oder den Höchstwahrscheinlichkeitswert.

Selbst die einfachsten Verteilungsfunktionen können oft sehr wirkungsvoll sein, da durch diese Funktionen die Unbestimmtheit mit nur wenigen Werten oder Argumenten beschrieben werden kann. Beispiel:

- **RiskUniform(*Minimum; Maximum*)** verwendet lediglich zwei Werte, um den vollen Verteilungsbereich zu beschreiben und um allen Werten im Bereich Wahrscheinlichkeiten zuzuordnen.
- **RiskTriang(*Minimum; Höchstwahrsch.; Maximum*)** beschreibt eine vollständige Verteilung mit drei leicht zu identifizierenden Werten.

Mit zunehmender Komplexität der Modelle wird es wahrscheinlich erforderlich, auf komplexere Verteilungstypen überzugehen, um den Modellierungsanforderungen Genüge zu tragen. Sie sollten diesen Referenzabschnitt bei der Auswahl und dem Vergleichen von Verteilungstypen heranziehen.

Grafische Definition von Verteilungen

Durch ein Verteilungsdiagramm ist es oft erheblich einfacher, Verteilungsfunktionen auszuwählen und anzugeben. Sie können das Fenster **@RISK – Verteilungen definieren** dazu verwenden, Verteilungsdiagramme anzuzeigen und den Zellformeln Verteilungsfunktionen hinzuzufügen. Zu diesem Zweck müssen Sie die Zelle auswählen, zu der eine Verteilungsfunktion hinzugefügt werden soll, und dann auf das Symbol für „Verteilung definieren“ klicken bzw. im @RISK Add-In den Befehl **Verteilung definieren** aus dem Menü **Modell** wählen. Die Online-Datei enthält auch grafische Darstellungen von verschiedenen auf die ausgewählten Argumentwerte eingestellten Funktionen. Weitere Informationen über das Fenster **Verteilung definieren** finden Sie unter **Befehle im Menü „Modell“: Befehl „Verteilungen definieren“** im Abschnitt **Befehle im @RISK-Menü** dieses Handbuchs.

Es ist anfangs jedoch ratsam, die Verteilungsfunktionen über das Verteilungsdefinierfenster **Verteilung definieren** einzugeben, damit Sie besser erkennen können, wie die Werte den Funktionsargumenten zugewiesen werden. Sobald Sie mit der Syntax der Verteilungsfunktionsargumente besser vertraut sind, können Sie die Argumente dann direkt in Excel eingeben und brauchen nicht mehr über das Verteilungsdefinierfenster gehen. Das erspart Ihnen einiges an Zeit.

Datenanpassung von Verteilungen

@RISK (nur Professional- und Industrial-Edition) ermöglicht Ihnen, die Wahrscheinlichkeitsverteilungen den Daten anzupassen. Die sich aus der Anpassung ergebenden Verteilungen können dann als Eingabeverteilungen dem Kalkulationstabellenmodell hinzugefügt werden. Weitere Informationen über Verteilungsanpassung sind in diesem Handbuch unter **Befehl „Verteilungen den Daten anpassen“** zu finden.

Verteilungseigen-schaftsfunktionen

Über die *Verteilungseigenschafts*-Funktionen können optionale Argumente für Verteilungsfunktionen eingegeben werden. Diese optionalen Argumente werden dazu benutzt, eine Eingabeverteilung für die Berichts- und Diagrammerstellung anzugeben sowie die Probenerhebung aus einer Verteilung zu stutzen und mit anderen Verteilungen in Korrelation zu bringen. Auch kann über diese optionalen Argumente die Probenerhebung aus der Verteilung gesperrt werden. Wie bereits erwähnt, sind diese Argumente nicht unbedingt erforderlich, können aber bei Bedarf hinzugefügt werden.

Die über @RISK-Verteilungseigenschafts-Funktionen angegebenen optionalen Argumente sind stets in einer Verteilungsfunktion eingebettet. Verteilungseigenschaftsfunktionen werden genauso wie standardmäßige Excel-Funktionen eingegeben und können als Argumente auch Zellbezüge und mathematische Ausdrücke enthalten.

Durch folgende Funktion wird beispielsweise die eingegebene Normalverteilung auf einen Bereich mit einem Minimalwert von 0 und einem Maximalwert von 20 gestutzt.

=RiskNormal*(10;5;RiskTruncate(0;20))*

Außerhalb dieses begrenzten Bereichs werden dann keine Werteproben erhoben.

Stutzung in früheren @RISK-Versionen

Zusatzfunktionen, wie z. B. ***RiskTNormal, RiskTExpon*** und ***RiskTLognorm***, wurden in @RISK-Versionen vor V4.0 dazu benutzt, entsprechende Verteilungen zu stutzen. Diese Verteilungsfunktionen können weiterhin in den neueren Versionen von @RISK verwendet werden, obwohl jetzt die Verteilungseigenschaftsfunktion ***RiskTruncate*** an die Stelle dieser Zusatzfunktionen getreten ist und erheblich flexibler bei Wahrscheinlichkeitsverteilungen eingesetzt werden kann. Diagramme mit diesen älteren Funktionen werden nicht im Fenster **Verteilung definieren** angezeigt, sind aber im Modellfenster zu sehen und können auch in Simulationen verwendet werden.

Alternativparameter

Viele Verteilungsfunktionen können durch Angabe von Perzentilwerten für die gewünschte Verteilung eingegeben werden. Angenommen, Sie möchten eine Normalverteilung eingeben, bei der das 10. Perzentil den Wert 20 und das 90. Perzentil den Wert 50 hat. Es könnte sein, dass dieses die einzigen bekannten Werte für diese Normalverteilung sind, d. h., dass der für die übliche normale Verteilung erforderliche tatsächliche Mittelwert und die benötigte Standardabweichung unbekannt sind.

In diesem Fall können Alternativparameter anstelle der Standardargumente (oder zusammen mit diesen) für die Verteilung verwendet werden. Bei Eingabe von Perzentil-Argumenten wird die **Alt**-Form der Verteilungsfunktion benutzt, z. B. ***RiskNormalAlt*** oder ***RiskGammaAlt***.

Jeder Parameter für eine Verteilungsfunktion mit Alternativparametern muss zwei Argumente aufweisen und aus jedem Argumentenpaar muss Folgendes hervorgehen:

1) der **Typ des Parameters**
2) der **Wert des Parameters**

Die einzelnen Argumentenpaare werden direkt in die **Alt**-Funktion eingegeben, wie z. B. ***RiskNormalAlt(****Arg1-Typ, Arg1-Wert, Arg2-Typ, Arg2-Wert****)***. Beispiel:

- **RiskNormalAlt(5%;67,10;95%;132,89)** – was einer normalen Verteilung mit einem 5. Perzentil von 67,10 und einem 95. Perzentil von 132,89 entspricht.

Alternativ-parametertypen

Bei Alternativparametern kann es sich entweder um Perzentile oder standardmäßige Verteilungsargumente handeln. wenn das **Parametertyp-**Argument ein in Anführungszeichen gesetztes Label (wie z. B. **"mu"**) ist, handelt es sich beim angegebenen Parameter um ein standardmäßiges Verteilungsargument mit dem eingegebenen Namen. Auf diese Weise können Perzentile mit standardmäßigen Verteilungsargumenten kombiniert angegeben werden, wie z. B.:

- ***RiskNormalAlt("mu", 100, 95%, 132.89)*** – was einer Normalverteilung mit einem Mittelwert von 100 und einem 95. Perzentil von 132,89 entspricht.

Die für die Standardargumente der einzelnen Verteilungen zulässigen Namen sind in diesem Kapitel in der Überschrift für die einzelnen Funktionen sowie auch im Excel-Funktionsassistenten im Abschnitt @RISK Distrib (Alt Param) oder im Fenster **Verteilung definieren** zu finden.

Hinweis: Sie können im Fenster „Verteilung definieren“ unter der Option „Parameter“ auch „Alternativparameter“ für eine besondere Verteilung angeben. Falls Ihre Parameter ein Standardargument enthalten und Sie auf OK klicken, schreibt @RISK in der Formelleiste des Fensters „Verteilung definieren“ den entsprechenden Namen für das Standardargument in Anführungszeichen in die Funktion.

Wenn es sich bei dem **Parametertyp**-Argument um einen Wert zwischen 0 und 1 (oder 0% und 100%) handelt, ist der angegebene Parameter das für die Verteilung eingegebene Perzentil.

Positionsparameter

Einige Verteilungen haben einen zusätzlichen **Positions (loc)**-Parameter, wenn sie unter Verwendung von Alternativparametern angegeben werden. Dieser Parameter ist gewöhnlich für Verteilungen verfügbar, für die in den Standardargumenten kein Positionswert angegeben ist. Der Positionsparameter entspricht dem Minimum (oder 0 Perz%-Wert) der Verteilung. Bei der Gamma-Verteilung ist beispielsweise durch die Standardargumente kein Positionswert angegeben und daher ein Positionsparameter verfügbar. Bei der Normalverteilung ist andererseits in den Standardargumenten ein Positionsparameter (**mean** oder **mu**) verfügbar und daher kein separater Positionsparameter bei Eingabe mit Hilfe von Alternativparametern vorhanden. Dieser zusätzliche Parameter soll es Ihnen ermöglichen, Perzentile für verschobene Verteilungen anzugeben (z. B. für eine Gamma-Verteilung mit drei Parametern, d. h. einer Position von 10 und zwei Perzentilen).

Probenerhebung aus Verteilungen mit Alternativ-Parametern

Während einer Simulation berechnet @RISK die entsprechende Verteilung, deren Perzentilwerte den eingegebenen Alternativparameterwerten entsprechen, und erhebt aus dieser Verteilung dann die Werteproben. Genau wie bei allen anderen @RISK-Funktionen, können die eingegebenen Argumente auf andere Zellen oder Formeln verweisen (ebenso wie das bei einer Excel-Funktion möglich ist). Auch können Argumentwerte sich während einer Simulation von Iteration zu Iteration ändern.

Kumulativ absteigende Perzentile

Alternative Perzentilparameter für Wahrscheinlichkeitsverteilungen können sowohl in Form von kumulativ absteigenden Perzentilen als auch in Form von standardmäßigen (kumulativ aufsteigenden) Perzentilen angegeben werden. Jede **Alt**-Form von Wahrscheinlichkeitsverteilungs-Funktionen (z. B. ***RiskNormalAlt***) hat eine entsprechende **AltD-**Form (z. B. ***RiskNormalAltD***). Bei Verwendung der **AltD**-Form sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

Wenn Sie in @RISK die Option **Dienstprogramme > Anwendungseinstellungen > Absteigende Perzentile** wählen, zeigen alle @RISK-Berichte kumulativ absteigende Perzentilwerte. Wenn Sie außerdem im Fenster **Verteilung definieren** die Option **Alternativparameter** wählen, um Verteilungen mithilfe von Aternativparametern einzugeben, werden automatisch kumulativ absteigende Perzentile angezeigt und **AltD**-Formen von Wahrscheinlichkeitsverteilungs-Funktionen eingegeben.

Zusätzlich zu kumulativ absteigenden Perzentilen für Alternativparameter-Verteilungen können für die @RISK-Summenwahrscheinlichkeits-Verteilung (RiskCumul) ebenfalls kumulativ absteigende Perzentile angegeben werden. Dazu muss dann die Funktion ***RiskCumulD*** verwendet werden.

Eingabe von Argumenten in die @RISK-Funktionen

Die gleichen Richtlinien, die für die Eingabe von Excel-Funktionen gelten, sind auch für die Eingabe von @RISK-Verteilungsfunktionen gültig. Bei @RISK-Funktionen sind jedoch noch folgende zusätzliche Regeln zu beachten:

- Wenn in Verteilungsfunktionen unterschiedlich viele Argumente haben (wie z. B. HISTOGRM, DISCRETE und CUMUL), müssen Argumente gleichen Typs als Matrizen (Arrays) eingegeben werden. In Excel werden Matrizen durch geschweifte Klammern ({}) oder durch Bezug auf einen zusammenhängenden Zellbereich (wie z. B. A1:C1) kenntlich gemacht. Wenn eine Funktion eine unterschiedliche Anzahl an Werte/Wahrscheinlichkeits-Paaren haben kann, werden die Werte in einem und die Wahrscheinlichkeiten in einer anderen Matrix zusammengefasst. Der erste Wert aus der Wertematrix wird dann mit der ersten Wahrscheinlichkeit aus der Wahrscheinlichkeitsmatrix gepaart usw.

Datumswerte in @RISK-Funktionen

Die gleichen Richtlinien, die für die Eingabe von Excel-Funktionen gelten, sind auch für die Eingabe von @RISK-Verteilungsfunktionen gültig. Bei @RISK-Funktionen sind jedoch noch folgende zusätzliche Regeln zu beachten:

- Wenn in Verteilungsfunktionen unterschiedlich viele Argumente haben (wie z. B. HISTOGRM, DISCRETE und CUMUL), müssen einige dieser Argumente als Matrizen (Arrays) eingegeben werden. In Excel werden Matrizen durch geschweifte Klammern ({}) oder durch Bezug auf einen zusammenhängenden Zellbereich (wie z. B. A1:C1) kenntlich gemacht. Wenn eine Funktion eine unterschiedliche Anzahl an Werte/Wahrscheinlichkeits-Paaren haben kann, werden die Werte in einem und die Wahrscheinlichkeiten in einer anderen Matrix zusammengefasst. Der erste Wert aus der Wertematrix wird dann mit der ersten Wahrscheinlichkeit aus der Wahrscheinlichkeitsmatrix gepaart usw.

Datumswerte in @RISK-Funktionen

@RISK unterstützt die Eingabe von Datumswerten in Verteilungsfunktionen und auch die Anzeige von Diagrammen und Statistiken unter Verwendung von Datumswerten. Eine RiskIsDate(TRUE)-Eigenschaftsfunktion weist @RISK an, Diagramme und Statistiken unter Verwendung von Datumswerten anzuzeigen. In @RISK werden im Fenster **Verteilung definieren** unter **Verteilungsargument** ebenfalls Datumswerte angezeigt, sofern die Datumsformatierung aktiviert ist. Sie können festlegen, dass für eine Verteilung die Datumsformatierung verwendet werden soll, indem Sie im Bedienfeld **Verteilungsargument** unter **Parameter** die Option **Datumsformatierung** wählen oder im Dialogfeld **Eingabeeigenschaften** die Datumsformatierung aktivieren. Solch eine Auswahl hat zur Folge, dass eine RiskIsDate-Eigenschaftsfunktion in Ihrer Verteilung platziert wird. Typischerweise werden Datumsargumente in @RISK-Verteilungsoptionen mit Verweis auf Zellen eingegeben, in denen sich die gewünschten Datumswerte befinden. Beispiel:

=*RiskTriang(A1;B1;C1;RiskIsDate(WAHR))*

könnte möglicherweise auf *10/1/2009* in Zelle A1, *1/1/2010* in Zelle B1 und *10/10/2010* in Zelle C1 verweisen.

Direkt in @RISK-Verteilungsfunktionen eingegebene Argumente müssen mithilfe einer Excel-Funktion eingegeben werden, durch die ein Datum in einen Normalwert konvertiert wird. Dafür sind mehrere Excel-Funktionen verfügbar. Die Funktion für eine Dreiecksverteilung mit einem Minimalwert von 10/1/2009, einen Höchstwahrscheinlichkeitswert von 1/1/2010 und einem Maximalwert von 10/10/2010 kann beispielsweise wie folgt eingegeben werden:

=*RiskTriang(DATWERT("10/1/2009");DATWERT("1/1/2010");DATWERT("10/10/2010");RiskIsDate(WAHR))*

Hier wird die Excel-Funktion DATWERT dazu verwendet, die eingegebenen Datumsangaben in Werte zu konvertieren. In der Funktion:

=*RiskTriang(DATUM(2009;10;4)*+ZEIT*(2;27;13);DATUM(2009;12;29)*+ZEIT*(2;25;4);DATUM(2010;10;10)*+ZEIT*(11;46;30);RiskIsDate(WAHR))*

werden die Excel-Funktionen DATUM und ZEIT dazu verwendet, die eingegebenen Datumsangaben in Werte zu konvertieren. Diese Methode hat den Vorteil, dass die eingegebenen Datumswerte und Uhrzeiten ordnungsgemäß konvertiert werden, wenn die Arbeitsmappe in einem System mit unterschiedlicher Formatierung (z. B. TT/MM/JJ) landet.

Es können jedoch nicht sämtliche Argumente für alle Funktionen logisch durch Datumswerte angegeben werden. Funktionen wie z. B. *RiskNormal(Mittelw;StdAbw)* unterstützen zwar einen als Datum eingegebenen Mittelwert, aber keine so eingegebene Standardabweichung. Im Fenster **Verteilung definieren** ist im Bedienfeld **Verteilungsargument** die Art von Daten zu sehen (Datumswerte oder numerische Werte), die bei aktivierter Datumsformatierung bei den einzelnen Verteilungstypen eingegeben werden können.

Optionale Argumente

Bei einigen @RISK-Funktionen können **optionale** Argumente verwendet werden, d. h. Argumente, die nicht unbedingt erforderlich sind. Für die Funktion *RiskOutput* gibt es z. B. nur solche optionalen Argumente. Diese Funktion kann mit keinem, einem oder auch drei Argumenten verwendet werden, je nachdem, welche Informationen über die Ausgabezelle definiert werden sollen, in der die Funktion verwendet wird. Sie können beispielsweise:

1) die Zelle lediglich als Ausgabe identifizieren und @RISK automatisch dafür einen Namen generieren lassen (z. B. =*RiskOutput()*);

2) der Ausgabe den von Ihnen gewünschten Namen geben (z. B. =*RiskOutput("Gewinn 1999")*);

3) der Ausgabe den gewünschten Namen geben und die Ausgabe dann als Teil eines Ausgabebereichs identifizieren (z. B. =*RiskOutput("Gewinn 1999";"Gewinn nach Jahr";1)*).

Alle drei Formen sind für die Funktion *RiskOutput* zulässig, da bei dieser Funktion nur mit optionalen Argumenten gearbeitet wird.

Bei einer @RISK-Funktion mit optionalen Argumenten können Sie ohne weiteres einige dieser Argumente verwenden und andere einfach ignorieren. Alle erforderlichen Argumente müssen jedoch stets mit einbezogen werden. Bei der Funktion *RiskNormal* sind z. B. die beiden Argumente *Mittelwert* und *Standardabweichung* unbedingt erforderlich. Alle Argumente, die der Funktion *RiskNormal* über Verteilungseigenschaftsfunktionen hinzugefügt werden können, sind optional und können in jeder beliebigen Reihenfolge eingegeben werden.

Wichtiger Hinweis bezüglich Excel-Matrizen

In Excel ist es nicht möglich, in Matrizen Zellbezüge oder Namen so aufzulisten, wie das bei Konstanten möglich wäre. Sie könnten z. B. nicht {A1;B1;C1} verwenden, um die Matrix der Zellwerte A1, B1 und C1 darzustellen. Stattdessen müssen Sie den Zellbereichsbezug A1:C1 verwenden oder die Werte dieser Zellen als Konstanten direkt in die Matrizen eingeben, wie z. B. {10;20;30}.

- Verteilungsfunktionen mit einer festen Anzahl von Argumenten geben bei Eingabe von zu wenigen Argumenten einen Fehlerwert zurück oder ignorieren einfach irgendwelche überzähligen Argumente.
- Bei Argumenten des falschen Typs (Zahl, Matrix oder Text) geben Verteilungsfunktionen ebenfalls einen Fehlerwert zurück.

@RISK-Matrix-Funktionen

Bei den @RISK-Zeitserienfunktionen handelt es sich um **Matrix-Funktionen**, da durch diese Funktionen bei jeder Simulations-Iteration die ganze *Zellgruppe* geändert wird, in der sich Ihre Zeitserienprognose befindet. Für den gesamten Bereich einer Zeitserienprognose wird nur eine einzige Zeitserienfunktion verwendet. Genau wie bei anderen Matrix-Funktionen in Excel, können auch hier die Formeln für eine im Bereich befindliche Zelle nicht einzeln bearbeitet werden.

Um eine Zeitserienfunktion direkt in der Kalkulationstabelle bearbeiten zu können, müssen Sie den gesamten Prognosebereich auswählen, in dem sich die Matrix-Funktion befindet. Anschließend können Sie dann die Formel bearbeiten und danach auf <*Strg*><*Umschalt*><*Eingabe*> drücken, um die Formel einzugeben. Meistens ist das jedoch nicht erforderlich, da die Matrix-Funktionen durch die @RISK-Zeitserienbefehle **Anpassung, Stapelanpassung** und **Definieren** automatisch in den von Ihnen ausgewählten Bereich eingegeben werden.

Weitere Informationen

Nachstehend werden kurz die einzelnen verfügbaren Verteilungsfunktionen beschrieben sowie auch die dafür erforderlichen Argumente. Außerdem werden in der Online-Hilfedatei die technischen Eigenschaften der einzelnen Wahrscheinlichkeitsverteilungs-Funktionen beschrieben. In den Anhängen finden Sie Formeln für Dichte, Verteilung, Mittelwert und Modus sowie auch Verteilungsparameter und Diagramme für Wahrscheinlichkeitsverteilungen, die unter Verwendung von typischen Argumentswerten erstellt wurden.

Simulationsausgabefunktionen

Ausgabezellen werden mithilfe von *RiskOutput*-Funktionen definiert. Diese Funktionen ermöglichen ein müheloses Kopieren, Einfügen und Verschieben von Ausgabezellen. Die *RiskOutput*-Funktionen werden automatisch hinzugefügt, sobald Sie in @RISK auf das Symbol für **Ausgabe hinzufügen** klicken. Außerdem geben Ihnen diese Funktionen die Möglichkeit, die Simulationsausgaben zu benennen und den Ausgabebereichen einzelne Ausgabezellen hinzuzufügen. Eine typische *RiskOutput*-Funktion könnte z. B. wie folgt aussehen:

=*RiskOutput("Gewinn")+NBW(0,1;H1:H10)*

wobei die Zelle vor Auswahl als Simulationsausgabe dann einfach die Formel

= *NBW(0,1;H1:H10) enthielt.*

Durch die Funktion *RiskOutput* wird die Zelle hier als Simulationsausgabe ausgewählt und erhält die Bezeichnung „Gewinn".

Simulationsstatistik-Funktionen

Über die @RISK-Statistikfunktionen kann jederzeit die gewünschte Simulationsergebnis-Statistik oder eine Eingabeverteilung zurückgegeben werden. Durch die Funktion *RiskMean(A10)* wird beispielsweise der Mittelwert der simulierten Verteilung für die Zelle A10 zurückgegeben. Diese Funktionen können entweder während der Simulation in Echtzeit oder aber einfach am Ende der Simulation aktualisiert werden (was schneller ist).

Die @RISK-Statistikfunktionen schließen alle standardmäßigen Statistiken sowie auch Perzentile und Zielwerte ein (=*RiskPercentile(A10;0,99))* gibt z. B. das 99. Perzentil der simulierten Verteilung zurück). @RISK-Statistikfunktionen können genauso wie jede standardmäßige Excel-Funktion verwendet werden.

Statistik über Eingabeverteilung

@RISK-Statistikfunktionen, durch die die gewünschte Statistik über eine Simulationseingabeverteilung zurückgegeben werden kann, werden alle durch **Theo** im Funktionsnamen identifiziert. Durch die Funktion *RiskTheoMean(A10)* wird beispielsweise der Mittelwert der Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Zelle A10 zurückgegeben. Wenn mehrere Verteilungsfunktionen in der Formel für eine Zelle vorhanden sind, auf die in einer RiskTheo-Statistikfunktion verwiesen wurde, wird durch @RISK die gewünschte Statistik über die zuletzt in der Formel berechnete Funktion zurückgegeben. In A10 gibt z. B. in der Formel

=RiskNormal(10;1)+RiskTriang(1;2;3)

Die Funktion *RiskTheoMean(A10)* gibt den Mittelwert *RiskTriang(1;2;3)* zurück. In einer anderen Formel in A10:

=RiskNormal(10;RiskTriang(1;2;3))

gibt die Funktion *RiskTheoMean(A10)* dagegen einen Mittelwert von *RiskNormal(10;RiskTriang(1;2;3))* zurück, da die Funktion *RiskTriang(1;2;3)* in der Funktion *RiskNormal* verschachtelt ist.

Berechnung von Statistiken für eine Untermenge der Verteilung

@RISK-Statistikfunktionen können die Eigenschaftsfunktion **RiskTruncate** oder **RiskTruncateP** mit einbeziehen. Dadurch wird die Statistik dann auf Basis des durch die Stutzungsbegrenzung angegebenen Min-Max-Bereichs berechnet. Hinweis: Die durch @RISK-Statistikfunktionen zurückgegebenen Werte reflektieren nur den Bereich, der unter Verwendung der Eigenschaftsfunktion **RiskTruncate** oder **RiskTruncateP** direkt in die Statistikfunktion eingegeben wurde. Filter für Simulationsergebnisse, die in @RISK-Diagrammen und -Berichten zu sehen sind, wirken sich nicht auf die Werte aus, die durch @RISK-Statistikfunktionen zurückgegeben werden.

Statistiken in Berichtsvorlagen

Statistikfunktionen können auch namentlich auf eine Simulationsausgabe oder Eingabe Bezug nehmen. Dadurch ist es möglich, diese Funktionen in Vorlagen mit einzubeziehen, die dann dazu verwendet werden, in Excel vorformatierte Berichte über Simulationsergebnisse zu erstellen. Durch die Funktion *=RiskMean("Profit")* wird beispielsweise der Mittelwert der simulierten Verteilung für die in einem Modell definierte Ausgabezelle „Profit“ zurückgegeben.

Hinweis: Bei einem in eine Statistikfunktion eingegebenen Zellverweis braucht es sich nicht unbedingt um eine durch eine RiskOutput-Funktion identifizierte Simulationsausgabe zu handeln.

Diagrammfunktion

Über die spezielle @RISK-Funktion *RiskResultsGraph* kann automatisch ein Diagramm der Simulationsergebnisse an beliebiger Stelle in die Kalkulationstabelle eingeblendet werden. Durch =*RiskResultsGraph (A10)* würde beispielsweise zu Ende der Simulation direkt in der Kalkulationstabelle ein Diagramm der simulierten Verteilung für A10 an der Funktionsposition platziert werden. Mit Hilfe von zusätzlichen optionalen *RiskResultsGraph*-Argumenten können Sie außerdem den Typ des zu erstellenden Diagramms sowie auch das entsprechende Format, die Skalierung und andere Optionen auswählen.

Zusatzfunktionen

Bei der Entwicklung von Makroanwendungen können in @RISK weitere Funktionen eingesetzt werden, nämlich **RiskCurrentIter, RiskCurrentSim** und **RiskStopSimulation** Durch diese Funktionen wird die aktuelle Iteration bzw. die aktuelle Simulation einer laufenden Simulationsserie zurückgegeben oder die Simulation angehalten.

Tabelle der verfügbaren Funktionen

In dieser Tabelle sind die anpassbaren Funktionen aufgeführt, die durch @RISK dem Excel-Programm hinzugefügt werden.

Verteilungsfunktionen	Rückgabe
RiskBernoulli(p)	Bernoulli-Verteilung mit Erfolgswahrscheinlichkeit *p*
RiskBeta(*alpha1; alpha2*)	Beta-Verteilung mit Formparametern *alpha1* und *alpha2*
RiskBetaGeneral(*alpha1; alpha2; Minimum; Maximum*)	Beta-Verteilung mit definiertem *Minimum* und *Maximum* und Formparametern *alpha1* und *alpha2*
RiskBetaGeneralAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert; Arg4-Typ; Arg4-Wert*)	Beta-Verteilung mit 4 Parametern (A*rg1-Typ* bis *Arg4-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *alpha1*, *alpha2, Min.* oder *Max.* handeln kann.
RiskBetaSubj(*Minimum; Höchstw.; Mittel; Maximum*)	Beta-Verteilung mit definiertem *Minimum-*, *Maximum-*, *Höchstwahrscheinlichkeits-* und *Mittelwert*
RiskBinomial(*n; p*)	Binomische Verteilung mit *n* Erhebungen und *p* als Erfolgswahrscheinlichkeit pro Erhebung
RiskChiSq(*v*)	Chi-Quadrat-Verteilung mit *v* Freiheitsgraden
RiskCompound*(dist#1 oder Wert oder Zellverweis; dist#2; Betrag; Obergrenze)*	Summe einer Anzahl von Werteproben aus Verteilung2, wobei die Anzahl der aus Verteilung2 erhobenen Werteproben durch den erhobenen Wert aus Verteilung1 oder einen anderen Wert angegeben wird. Optional kann der absetzbare Betrag von jeder Verteilung2-Werteprobe subtrahiert werden. Wenn der absetzbare Verteilung2-Wert die Obergrenze überschreitet, wird die Verteilung2-Werteprobe automatisch auf diese Obergrenze eingestellt.
RiskCumul(*Minimum; Maximum; {X1; X2; ...; Xn}; {p1; p2; ...; pn}*)	Summenverteilung mit *n* Punkten zwischen *Minimum* und *Maximum* und kumulativ aufsteigender Wahrscheinlichkeit *p* an den einzelnen Punkten.
RiskCumulD(*Minimum; Maximum; {X1; X2; ...; Xn}; {p1; p2; ...; pn}*)	Summenverteilung mit *n* Punkten zwischen *Minimum* und *Maximum* und kumulativ absteigender Wahrscheinlichkeit *p* an den einzelnen Punkten.
RiskDiscrete*({X1 ; X2; ...; Xn}; {p1; p2; ...; pn}*)	Diskontinuierliche Verteilung mit *n* möglichen Wert *X*-Resultaten und einer Resultatswahrscheinlichkeit von *p*

RiskDoubleTriang(min;m.likely;max;p)	Doppelte Dreiecksverteilung mit dem minimalen, höchstwahrscheinlichsten und maximalen Wert sowie der Wahrscheinlichkeit *p*, dass der Wert zwischen *minimal* und *höchstwahrscheinlich* fällt.
RiskDuniform(*{X1; X2; ...Xn}*)	Diskontinuierliche (uniform) Gleichverteilung mit *n* Resultaten für die Werte *X1* bis *Xn*
RiskErf(*h*)	Fehlerfunktionsverteilung mit dem Varianz-Parameter *h*
RiskErlang(*m; beta*)	M-Erlang-Verteilung mit integriertem Formparameter *m* und dem Skalierungsparameter *beta*
RiskExpon(*beta*)	Exponentielle Verteilung mit der Zerfallkonstanten *beta*
RiskExponAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*)	Exponentialverteilung mit 2 Parametern (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *beta* oder *loc* handeln kann.
RiskExtvalue(*alpha; beta*)	Extremwert (oder Gumbel)-Verteilung mit Positionsparameter *alpha* und Skalierungsparameter *beta.*
RiskExtvalueAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*)	Extremwert (oder Gumbel)-Verteilung mit 2 Parametern (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *alpha* oder *beta* handeln kann.
RiskExtValueMin(*alpha*; beta)	Extremwert-Minimalverteilung mit Positionsparameter *alpha* und Formparameter *beta*.
RiskExtvalueMinAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*)	Extremwert-Minimalverteilung mit 2 Parametern (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *alpha* oder *beta* handeln kann.
RiskF(v1;v2)	F-Verteilung mit zwei Freiheitsgraden, *v1* und *v2*.
RiskGamma(*alpha; beta*)	Gamma-Verteilung mit Formparameter *alpha* und Skalierungsparameter *beta*.
RiskGammaAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*)	Gamma-Verteilung mit 3 Parametern (*Arg1-Typ,Arg2-Typ* und *Arg3-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *alpha*, *beta* oder *loc* handeln kann.

RiskGeneral(*Minimum; Maximum; {X1; X2; ...; Xn}; {p1; p2; ...; pn}*)	Allgemeine Dichtefunktion für eine Wahrscheinlichkeitsverteilung im Bereich zwischen *Minimum* und *Maximum* und *n (x;p)* Paaren mit Wert *X* und Resultatswahrscheinlichkeit *p* für die einzelnen Punkte.
RiskGeometric(*p*)	Geometrische Verteilung mit der Wahrscheinlichkeit *p*
RiskHistogrm(*Minimum; Maximum; {p1; p2; ...; pn}*)	Histogramm-Verteilung mit *n* Klassen zwischen *Minimum* und *Maximum* und Resultatswahrscheinlichkeit *p* für die einzelnen Klassen.
RiskHypergeo(*n; D; M*)	Hypergeometrische Verteilung mit Probengröße *n*, *D* Elementen und Populationsgröße *M.*
RiskIntUniform(*Minimum; Maximum*)	(Uniform) Gleichverteilung, die nur Ganzzahlwerte zwischen *Minimum* und *Maximum* zurückgibt.
RiskInvGauss(*mu; lambda*)	Inverse Gaußsche Verteilung mit dem Mittelwert *mu* und dem Formparameter *lambda*
RiskInvGaussAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*)	Inverse Gaußsche Verteilung mit 3 Parametern (*Arg1-Typ, Arg2-Typ* und *Arg3-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *mu*, *lambda* oder *loc* handeln kann.
RiskJohnsonSB(*alpha1; alpha2; a; b***)**	Johnson (systembegrenzte)-Verteilung mit dem eingegebenen *alpha1-*, *alpha2-, a-* und *b*-Wert
RiskJohnsonSU(*alpha1; alpha2; gamma; beta***)**	Johnson (systemunbegrenzte)-Verteilung mit dem eingegebenen *alpha1-*, *alpha2-, gamma-* und *beta*-Wert
RiskJohnsonMoments(*Mittelw; StdAbw; Schiefe; Wölb***)**	Eine der Johnson-Verteilungen (Normal, Lognormal, JohnsonSB und JohnsonSU), die als Momente die eingegebenen Parameter *Mittelwert, Standardabweichung, Schiefe* und *Wölbung* enthält
RiskLaplace(μ;σ)	Laplace-Verteilung mit der eingegebenen μ-Position und den σ-Skalierungsparametern
RiskLaplaceAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*)	Laplace-Verteilung mit 2 Parametern (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *mu* oder *sigma* handeln kann.
RiskLevy(a;c)	Levy-Verteilung mit der eingegebenen Position *a* und dem kontinuierlichen Skalierungsparameter *c*

RiskLevyAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*)	Levy-Verteilung mit 2 Parametern (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *a* oder *c* handeln kann.
RiskLogistic(*alpha; beta*)	Logistische Verteilung mit Positionsparameter *alpha* und Skalierungsparameter *beta*.
RiskLogisticAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*)	Logistische Verteilung mit 2 Parametern (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *alpha* oder *beta* handeln kann.
RiskLoglogistic(*gamma; beta; alpha*)	Log-logistische Verteilung mit Positionsparameter *gamma,* Skalierungsparameter *beta* und Formparameter *alpha*.
RiskLoglogisticAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*)	Log-logistische Verteilung mit 3 Parametern (*Arg1-Typ, Arg2-Typ* und *Arg3-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *gamma, beta* oder *alpha* handeln kann.
RiskLognorm(*Mittelw.; Std.Abw.*)	Lognormal-Verteilung mit angegeb. *Mittelwert* und *Standardabw*.
RiskLognormAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*)	Lognormal-Verteilung mit 3 Parametern (*Arg1-Typ, Arg2-Typ* und *Arg3-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *mu, sigma* oder *loc* handeln kann.
RiskLognorm2(*Mittelw.; Std.Abw.*)	Lognormal-Verteilung aus dem Protokoll einer Normalverteilung mit angegeb. *Mittelwert* und *Standardabw*.
RiskMakeInput(*Formel*)	Legt fest, dass der berechnete Formelwert genau wie eine Verteilungsfunktion als Simulationseingabe behandelt wird.
RiskNegbin(*s; p*)	Negative Binomialverteilung mit *s* Erfolgen und einer Erfolgswahrscheinlichkeit von *p* bei jedem Versuch.
RiskNormal(*Mittelw.; Std.Abw.*)	Normalverteilung mit angegeb. *Mittelwert* und *Standardabw*.
RiskNormalAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*)	Normalverteilung mit 2 Parametern (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *mu* oder *sigma* handeln kann.
RiskPareto(*theta; alpha*)	Pareto-Verteilung
RiskParetoAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*)	Pareto-Verteilung mit 2 Parametern (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *theta* oder *alpha* handeln kann.

RiskPareto2(*b; q*)	Pareto-Verteilung
RiskPareto2Alt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*)	Pareto-Verteilung mit 2 Parametern (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *b* oder *q* handeln kann.
RiskPearson5(*alpha; beta*)	Pearson-Typ V-Verteilung (oder inverse Gamma-Verteilung) mit Formparameter *alpha* und Skalierungsparameter *beta*.
RiskPearson5Alt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*)	Pearson-Typ V-Verteilung (oder inverse Gamma-Verteilung) mit 3 Parametern (*Arg1-Typ, Arg2-Typ* und *Arg3-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *alpha*, *beta* oder *loc* handeln kann.
RiskPearson6(*beta; alpha1; alpha2*)	Pearson-Typ VI-Verteilung mit Skalierungsparameter *beta* und Formparametern *alpha1* und *alpha2.*
RiskPert(*Minimum; Höchstwahrsch.; Maximum*)	Pert-Verteilung mit angegeb. *Minimal-*, *Höchstwahrsch.-* und *Maximalwert.*
RiskPertAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*)	Pert-Verteilung mit 3 Parametern (*Arg1-Typ, Arg2-Typ* und *Arg3-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *Min., Max.* oder *Höchstwahrsch.* Handeln kann.
RiskPoisson(*lambda*)	Poisson-Verteilung
RiskRayleigh(*beta*)	Rayleigh-Verteilung mit Skalierungsparameter *beta*.
RiskRayleighAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*)	Rayleigh-Verteilung mit 2 Parametern (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *beta* oder *loc* handeln kann.
RiskResample(*Methode; {X1; X2; ...Xn}*)	Werteproben unter Verwendung von *Methode* aus einem Datensatz mit *n* möglichen Ergebnissen und gleicher Auftretenswahrscheinlichkeit
RiskSimTable(*{X1; X2; ...Xn}*)	Listenwerte zur Verwendung in mehreren Simulationen.
RiskSplice(*Vert1* oder *Zellverw; Vert2* oder *Zellverw; Spleißp*)	Legt eine Verteilung fest, die durch Spleißen von *Verteilung1* in *Verteilung2* erstellt wurde, und zwar bei einem x-Wert, der durch den *Spleißpunkt* gegeben wurde.
RiskStudent(*nu*)	Verteilung mit *nu* Freiheitsgraden.

RiskTriang(*Minimum; Höchstwahrsch.; Maximum*)	Dreiecksverteilung mit definiertem *Minimal-*, *Höchstwahrsch.-* und *Maximalwert.*
RiskInvGaussAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*)	Dreiecksverteilung mit 3 Parametern (*Arg1-Typ, Arg2-Typ* und *Arg3-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *Min., Max.* oder *Höchstwahrsch.* handeln kann.
RiskTrigen(*Unter.*; *Höchstwahrsch.*; *Ober.*; *unter. Perz.*; *ober. Perz.*)	Dreiecksverteilung mit drei Punkten, die *unteres Perzentil*, *Höchstwahrscheinlichkeitswert* und *oberes Perzentil* darstellen.
RiskUniform(*Minimum*; *Maximum*)	Gleichverteilung zwischen *Minimum* und *Maximum*.
RiskUniformAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*)	Gleichverteilung mit 2 Parametern (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *Min.* oder *Max.* handeln kann.
RiskVary(Basis; Minimum; Maximum; Bereichstyp; Schrittanzahl; Verteilung)	Eine Verteilung zwischen Minimum und Maximum mit einer durch die Verteilung gegebenen Form
RiskWeibull(*alpha*; *beta*)	Weibull-Verteilung mit Formparameter *alpha* und Skalierungsparameter *beta*.
RiskWeibullAlt(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*)	Gamma-Verteilung mit 3 Parametern (*Arg1-Typ, Arg2-Typ* und *Arg3-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *alpha*, *beta* oder *loc* handeln kann.

Verteilungseigenschafts-funktionen	Zweck
RiskCategory(*Kategoriename*)	Benennt die Kategorie, in der die Funktion bei Anzeige einer Eingabeverteilung verwendet werden soll.
RiskCollect()	Erfasst während der Simulation die Werteproben für eine mit Funktion *Collect* versehene Verteilung (sofern in den Simulationseinstellungen unter „Mit *Collect* markierte Eingaben" die Option „Verteilungswerteproben erfassen" angegeben ist).
RiskConvergence(*Toleranz; Toleranztyp; Vertrauenskoeffizient; stat. Mittelwert; stat. Standardabw.; stat Perzentil; Perzentil*)	Gibt die Konvergenzüberwachungsinfo für eine Ausgabe an.
RiskCorrmat(*Matrix-Zellbereich*; *Position*; *Instanz*)	Identifiziert die *Matrix* der Rangkorrelations-Koeffizienten und eine *Position* in der Matrix für die Verteilung, in der die Funktion *Corrmat* enthalten ist. *Instanz* stellt die Matrix-Instanz im Matrix-Zellbereich dar, der für das Korrelieren dieser Verteilung verwendet werden soll.
RiskDepC(*ID*; *Koeffizient*)	Identifiziert die abhängige Variable in dem in Korrelation stehenden Probenerhebungspaar. Dabei ist *Koeffizient* die Rangkorrelation und *ID* die Identifizierungs-Zeichenfolge
RiskFit(*ProjID*; *FitID; ausgewähltes Anpassungsergebnis*)	Verknüpft den durch *ProjID* und *FitID* gekennzeichneten Datensatz und die zugehörigen Anpassungsergebnisse mit der betreffenden Eingabeverteilung, so dass die Eingabe bei Datenänderung aktualisiert werden kann.
RiskIndepC(*ID*)	Identifiziert eine unabhängige Verteilung in einem in Rangkorrelation stehenden Probenerhebungspaar, wobei *ID* die Identifizierungs-Zeichenfolge ist.
RiskIsDate(TRUE)	Legt fest, dass die Eingabe- und Ausgabewerte in Diagrammen und Berichten als Datumswerte anzuzeigen sind.
RiskIsDiscrete(TRUE)	Legt bei Anzeige von Simulationsergebnisdiagrammen und Berechnung von Statistiken fest, dass eine Ausgabe als diskontinuierliche Verteilung behandelt werden soll.

RiskLibrary(*Position***;** *ID*)	Gibt zu erkennen, dass eine Verteilung in einer @RISK-Bibliothek mit der eingegebenen Position und ID verknüpft ist.
RiskLock()	Sperrt die Werteprobenerhebung für die Verteilung mit der Sperrfunktion.
RiskName(*Eingabename*)	*Name der Eingabe* für die Verteilung mit der Funktion *Name*.
RiskSeed(*Zufallswert-Erstellungstyp; Ausgangszahl*)	Gibt zu erkennen, dass eine Eingabe ihre eigene Zufallswerterstellung des eingegebenen Typs verwenden und dafür die *Ausgangszahl* benutzt wird.
RiskShift(*Shift*)	Verschiebt die Domäne der Verteilung, in der die Funktion *Shift* enthalten ist, um den für *Shift* angegebenen Wert.
RiskSixSigma(*LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)	Legt die untere Spezifikationsgrenze, obere Spezifikationsgrenze, den Zielwert, die Langfristverschiebung und die Anzahl der Standardabweichungen für sechs Sigma-Berechnungen einer Ausgabe fest.
RiskStatic(*statischer Wert*)	Definiert einen statischen Wert, der 1) durch eine Verteilungsfunktion während einer standardmäßigen Excel-Neuberechnung zurückgegeben wird und 2) eine @RISK-Funktion nach dem Austausch von @RISK-Funktionen ersetzt
RiskTruncate(*Minimum; Maximum*)	Der Minimal-/Maximalbereich für die Werteproben der Verteilung mit der Funktion *Truncate*.
RiskTruncateP(*Perz%-Minimum; Perz%-Maximum)*	Zulässiger Minimal-/Maximalbereich (in Perzentilen) für die Werteproben der Verteilung mit der Funktion *TruncateP*
RiskUnits(*Einheiten*)	Benennt die Einheiten, die zur Beschriftung einer Eingabeverteilung oder Ausgabe verwendet werden sollen

Ausgabefunktion	Zweck
RiskOutput(*Name; Ausgabebereichsname; Position im Bereich*)	Simulationsausgabezelle mit Namen, zugehörigem Ausgabebereichsnamen und Position im Bereich (Hinweis: Bei dieser Funktion sind alle Argumente optional.

Anpassungsfunktionen	Zweck
RiskFitDistribution (Datenbereich; Datentyp; Verteilungsliste; Selektor; untere Begrenzung; obere Begrenzung)	Passt eine Verteilung den Daten im Datenbereich an. Kann auch die angepassten Verteilungen auf solche in der Verteilungsliste beschränken. Die angepassten Daten sind vom angegebenen Datentyp und die beste Anpassung wird mithilfe des durch den Selektor angegebenen Anpassungsgütetest gewählt.
RiskFitDescription (Anpassungsquelle; Verteilungsart)	Gibt die Textbeschreibung der am besten passenden Verteilung zurück, die durch die Funktion RiskFitDistribution in der durch die Anpassungsquelle angegebenen Zelle durchgeführt wurde.
RiskFitStatistic (Anpassungsquelle; Statistik)	Gibt die Statistik der Anpassung zurück, die durch die Funktion RiskFitDistribution in der durch die Anpassungsquelle angegebenen Zelle ausgeführt wurde.
RiskFitParameter(Anpassungsquelle; Parameter#)	Gibt einen Parameter der am besten passenden Verteilung zurück, die durch die Funktion RiskFitDistribution in der durch die Anpassungsquelle angegebenen Zelle durchgeführt wurde.

Projektfunktionen	Zweck
RiskProjectAddDelay(Aufgabe; Länge;Kosten)	Fügt dem Projekt bei Wiederholung der Simulation eine neue Aufgabe mit der angegebenen Länge und den angegebenen Kosten hinzu, und zwar nach Beendung der vorhergehenden Aufgabe
RiskProjectAddCost(Kosten; Zeit)	Fügt dem Projekt bei Wiederholung einer Simulation neue Kosten hinzu, und zwar an dem durch TimeToAdd angegebenen Datum
RiskProjectRemoveTask (Aufgabe)	Entfernt bei Wiederholung einer Simulation eine Aufgabe aus dem Projekt
RiskProjectResourceAdd (Aufgabe;Ressource;Einheiten)	Weist bei einer Simulations-Iteration der betreffenden Aufgabe eine Ressource zu, und zwar unter Verwendung der angegebenen Einheiten.
RiskProjectResourceRemove (Aufgabe;Ressource)	Entfernt bei einer Simulations-Iteration eine der betreffenden Aufgabe zugewiesene Ressource.
RiskProjectResourceUse (Aufgabe;Ressource;Verwendung)	Ändert bei Wiederholung einer Simulation die Einheiten einer materiellen Ressource (oder die Arbeit einer Arbeits-Ressource), die in einer Verwendungswert-Aufgabe verwendet wird
Zeitserienfunktionen	**Zweck**
RiskAPARCH(mu;Omega;Delta; Gamma;A;B;R0;Sigma0;Startwert; Rückgabewert)	Berechnet eine asymmetrische, auto-regressive, bedingt heteroskedastische Zeitserie
RiskAR1(mu;Sigma;A;R0; Startwert;Rückgabewert)	Berechnet eine auto-regressive Zeitserie (AR(1)-Zeitserie)
RiskAR2(mu;Sigma;A1;A2;R0; RNeg1;Startwert;Rückgabewert)	Berechnet eine auto-regressive Zeitserie (AR(2)-Zeitserie)
RiskARCH(mu;Omega;A;R0; Startwert;Rückgabewert)	Berechnet eine auto-regressive, bedingt heteroskedastische Zeitserie
RiskARMA(mu;Sigma;A1;B1;R0; Startwert;Rückgabewert)	Berechnet eine auto-regressive Gleitdurchschnitts-Zeitserie
RiskEGARCH(mu; Omega; Theta; Gamma;A;B;R0; Sigma0; Startwert;Rückgabewert)	Berechnet eine exponentielle, auto-regressive, bedingt heteroskedastische Zeitserie
RiskGARCH(mu; Omega; A;B;R0; Sigma0; Startwert;Rückgabewert)	Berechnet eine verallgemeinerte, auto-regressive, bedingt heteroskedastische Zeitserie
RiskGBM(mu;Sigma;Times; Startwert;Rückgabewert)	Berechnet eine Zeitserie der geometrischen Brownschen Bewegung

RiskGBMJD(mu;Sigma;Lambda;JumpMu;JumpSigma;Times; Startwert;Rückgabewert)	Berechnet eine Zeitserie der geometrischen Brownschen Bewegung mit Sprungdiffusion
RiskBMMR(mu;Sigma;Alpha;R0;Times; Startwert;Rückgabewert)	Berechnet eine Zeitserie der geometrischen Brownschen Bewegung mit mittlerem Umkehrungswert
RiskBMMRJD(mu;Sigma;Alpha;R0;Lambda;JumpMu;JumpSigma; Times; Startwert;Rückgabewert)	Berechnet eine Zeitserie der geometrischen Brownschen Bewegung mit mittelwertiger Umkehrung und Sprungdiffusion
RiskGBMSeasonal(mu;Sigma; SeasonalAdj;AdjType;AdjIndex; Startwert;Rückgabewert)	Berechnet eine Zeitserie der geometrischen Brownschen Bewegung mit saisonbedingter Anpassung
RiskMA1(mu;Sigma; B1; Startwert;Rückgabewert)	Berechnet eine Zeitserie mit gleitendem Durchschnitt (MA(1)-Zeitserie)
RiskMA2(mu;Sigma; B1; B2; Startwert;Rückgabewert)	Berechnet eine Zeitserie mit gleitendem Durchschnitt (MA(2)-Zeitserie)
Statistikfunktionen	**Rückgabe**
RiskConvergenceLevel(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.*)	Gibt die Konvergenzebene (0 bis 100) für eine Ausgabe in der betreffenden Simulation zurück. Bei Konvergenz wird WAHR zurückgegeben.
RiskCorrel(*Zellverw1* oder *Ausg/Eing1-Name; Zellverw2* oder *Ausg/Eing2-Name; Kollelationstyp; Simnr*)	Gibt den Korrelationskoeffizienten zurück, und zwar unter Verwendung von *Korrelationstyp* für die simulierten Verteilungen für Zellverweis 1 oder Ausgabe-/Eingabenamen 1 und Zellverweis 2 oder Ausgabe-/Eingabenamen 2 in der betreffenden Simulation. Bei *Korrelationstyp* handelt es sich entweder um eine Pearson- oder Spearman-Rangordnungskorrelation.
RiskKurtosis(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/ Eingabename; Sim.Nr.*)	Wölbung der simulierten Verteilung für den eingegebenen Zellverweis oder die Ausgabe/Eingabe in der betreffenden Simulation
RiskMax(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/ Eingabename; Sim.Nr.*)	Maximalwert der simulierten Verteilung für den Zellverweis oder die Ausgabe/Eingabe in der betreffenden Simulation
RiskMean(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/ Eingabename; Sim.Nr.*)	Mittelwert der simulierten Verteilung für den Zellverweis oder die Ausgabe/Eingabe in der betreffenden Simulation.
RiskMin(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/ Eingabename; Sim.Nr.*)	Minimalwert der simulierten Verteilung für den Zellverweis oder die Ausgabe/Eingabe in der betreffenden Simulation.
RiskMode(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/ Eingabename; Sim.Nr.*)	Modus der simulierten Verteilung für den Zellverweis oder die Ausgabe/Eingabe in der betreffenden Simulation.

RiskPercentile(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/ Eingabename; Perz%; Sim.Nr.)* **RiskPtoX**(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/ Eingabename; Perz%; Sim.Nr.)*	*Perz%* der simulierten Verteilung für den Zellverweis oder die Ausgabe/Eingabe in der betreffenden Simulation.
RiskPercentileD(*Zellverw.* oder *Eingabe-/Ausgabename*; *Perz%; Sim.Nr.)* **RiskQtoX**(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/ Eingabename; Perz%; Sim.Nr.)*	*Perz%* der simulierten Verteilung für den Zellverweis oder die Ausgabe/Eingabe in die betreffende Simulation (*Perz%* ist ein kumulativ absteigendes Perzentil).
RiskRange(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/ Eingabename; Sim.Nr.*)	Bereich der simulierten Verteilung für den Zellverweis oder die Ausgabe/Eingabe in der betreffenden Simulation.
RiskSensitivity(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; Rang; Analysentyp; Rückgabewerttyp*)	Gibt die Empfindlichkeitsanalyseninfo der simulierten Verteilung für den Zellverweis oder die Ausgabe zurück
RiskSensitivityStatChange (Zellverw. oder Ausgabename; Sim.Nr; Rang; Bin-Anzahl; Statistiktyp; Perzentil; Rückgabewerttyp)	Gibt die Empfindlichkeitsanalyseninfo „Änderung in Ausgabestatistik" der simulierten Verteilung für den Zellverweis oder den Ausgabenamen zurück.
RiskSkewness(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/Eingabename; Sim.Nr.*)	Schiefe der simulierten Verteilung für den Zellverweis oder die Ausgabe/Eingabe in der betreffenden Simulation.
RiskStdDev(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/Eingabename; Sim.Nr.*)	Standardabweichung der simulierten Verteilung für den Zellverweis oder die Ausgabe/Eingabe in der betreffenden Simulation.
RiskTarget(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/Eingabename; Zielwert; Sim.Nr.*) **RiskXtoP**(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/Eingabename; Zielwert; Sim.Nr.)*	Aufsteigende Summenwahrscheinlichkeit des Zielwertes in der simulierten Verteilung für den Zellverweis oder die Ausgabe/Eingabe in der betreffenden Simulation.
RiskTargetD(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/Eingabename*; *Zielwert; Sim.Nr.)* **RiskXtoQ**(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/Eingabename*; *Zielwert; Sim.Nr.)*	Absteigende Summenwahrscheinlichkeit des Zielwertes in der simulierten Verteilung für den Zellenverweis oder die Ausgabe/Eingabe in der betreffenden Simulation.
RiskVariance(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/Eingabename; Sim.Nr.*)	Varianz der simulierten Verteilung für den Zellverweis oder die Ausgabe/Eingabe in der betreffenden Simulation.
RiskTheoKurtosis(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*)	Wölbung der Verteilung für den eingegebenen Zellverweis oder die Verteilungsfunktion.

RiskTheoMax(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*)	Maximalwert der Verteilung für den Zellverweis oder die Verteilungsfunktion
RiskTheoMean(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*)	Mittelwert der Verteilung für den Zellverweis oder die Verteilungsfunktion
RiskTheoMin(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*)	Minimalwert der Verteilung für den Zellverweis oder die Verteilungsfunktion
RiskTheoMode(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*)	Modus der Verteilung für den Zellverweis oder die Verteilungsfunktion
RiskTheoPtoX(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion; Perz%*)	Perz% der Verteilung für den Zellverweis oder die Verteilungsfunktion
RiskTheoQtoX(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion; Perz%*)	Perz% der Verteilung für den Zellverweis oder die Verteilungsfunktion (*Perz%* ist ein kumulativ absteigendes Perzentil)
RiskTheoRange(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*)	Bereich der Verteilung für den Zellverweis oder die Verteilungsfunktion
RiskTheoSkewness(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*)	Schiefe der Verteilung für den Zellverweis oder die Verteilungsfunktion
RiskTheoStdDev(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*)	Standardabweichung der Verteilung für den Zellverweis oder die Verteilungsfunktion
RiskTheoXtoP(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*; *Zielwert*)	Kumulativ aufsteigende Wahrscheinlichkeit des Zielwertes in der Verteilung für den Zellverweis oder die Verteilungsfunktion
RiskTheoXtoQ(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*; *Zielwert*)	Kumulativ absteigende Wahrscheinlichkeit des Zielwertes in der Verteilung für den Zellverweis oder die Verteilungsfunktion
RiskTheoVariance(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*)	Varianz der Verteilung für den Zellverweis oder die Verteilungsfunktion

„Six Sigma“-Statistik-funktionen	Rückgabe
RiskCp(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet die Prozesswahrscheinlichkeit für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation, und zwar unter Verwendung der LSL und USL in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*
RiskCPM(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet den Taguchi-Fähigkeitsindex für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation, und zwar unter Verwendung der LSL, USL und Langfristverschiebung in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*
RiskCpk (*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet den Prozesswahrscheinlichkeitsindex für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation, und zwar unter Verwendung der LSL und USL in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*
RiskCpkLower(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet den einseitigen Fähigkeitsindex auf Basis der unteren Spezifikationsgrenze für den Zellverweis oder Ausgabenamen in der angegebenen Simulation, und zwar unter Verwendung der LSL in der mit eingezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*
RiskCpkUpper(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet den einseitigen Fähigkeitsindex auf Basis der oberen Spezifikationsgrenze für den Zellverweis oder Ausgabenamen in der angegebenen Simulation, und zwar unter Verwendung der USL in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*
RiskDPM(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet die Defektteile pro Million für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation, und zwar unter Verwendung von der LSL und USL in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*
RiskK(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Diese Funktion berechnet ein Maß der Prozessmitte für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation, und zwar unter Verwendung der LSL und USL in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*

RiskLowerXBound(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen))*	Gibt den unteren x-Wert einer gegebenen Anzahl von Standardabweichungen vom Mittelwert für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation zurück, und zwar unter Verwendung der Anzahl der Standardabweichungen in der Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
RiskPNC(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet die Gesamtwahrscheinlichkeit des Schadens außerhalb der unteren und oberen Spezifikationsgrenze für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation, und zwar unter Verwendung der LSL, USL und Langfristverschiebung in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*
RiskPNCLower(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet die Wahrscheinlichkeit des Schadens außerhalb der unteren Spezifikationsgrenze für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation, und zwar unter Verwendung der LSL und Langfristverschiebung in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*
RiskPNCUpper(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet die Wahrscheinlichkeit des Schadens außerhalb der oberen Spezifikationsgrenze für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation, und zwar unter Verwendung der USL und Langfristverschiebung in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*
RiskPPMLower(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet die Anzahl der Defekte unterhalb der unteren Spezifikationsgrenze für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation, und zwar unter Verwendung der LSL und Langfristverschiebung in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*
RiskPPMUpper(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet die Anzahl der Defekte oberhalb der oberen Spezifikationsgrenze für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation, und zwar unter Verwendung der USL und Langfristverschiebung in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*

RiskSigmaLevel(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet die Sigma-Prozessebene für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation, und zwar unter Verwendung der USL, LSL und Langfristverschiebung in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma* (Hinweis: In dieser Funktion wird davon ausgegangen, dass die Ausgabe normal verteilt ist und sich in der Mitte der Spezifikationsgrenzen befindet.)
RiskUpperXBound(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen))*	Gibt den oberen x-Wert einer gegebenen Anzahl von Standardabweichungen vom Mittelwert für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation zurück, und zwar unter Verwendung der Anzahl an Standardabweichungen in der Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
RiskYV(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet den nicht beschädigten Ertrag oder Prozentsatz des Prozesses für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation, und zwar unter Verwendung der LSL, USL und Langfristverschiebung in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*
RiskZlower(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet, wie viele Standardabweichungen die untere Spezifikationsgrenze vom Mittelwert entfernt ist, und zwar für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation und unter Verwendung der LSL in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*
RiskZMin(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet das Minimum für unteres und oberes *z* für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation, und zwar unter Verwendung der USL und LSL in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*
RiskZUpper(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Simulationsnr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*))	Berechnet, wie viele Standardabweichungen die obere Spezifikationsgrenze vom Mittelwert entfernt ist, und zwar für den Zellverweis oder den Ausgabenamen in der angegebenen Simulation und unter Verwendung der USL in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*

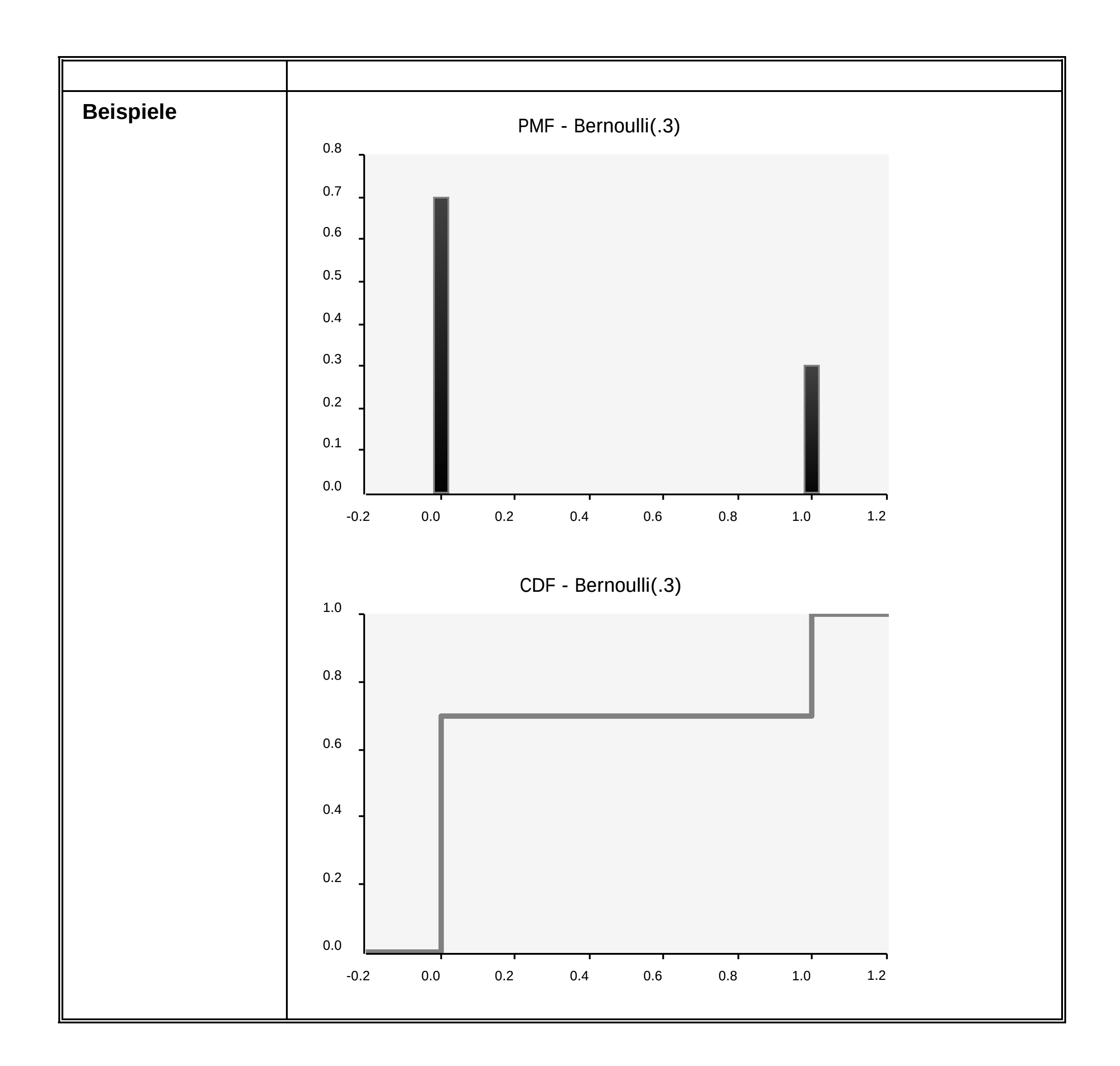
Zusatzfunktionen	Rückgabe
RiskCorrectCorrmat(*KorrMatrix Bereich; AnpFaktMatrixBereich*)	Gibt die korrigierte Korrelations-Matrix für die Matrix im *KorrMatrixBereich* zurück, und zwar unter Verwendung der Anpassungsfaktoren-Matrix im *AnpFaktMatrixBereich.*
RiskCurrentIter()	gibt die aktuelle Iterationsnummer einer laufenden Simulation zurück
RiskCurrentSim()	gibt die aktuelle Simulationsnummer einer laufenden Simulation zurück
RiskSimulationInfo(Rückgabeinfo)	Gibt Informationen (wie z. B. Datum/Uhrzeit, Ausführungszeit usw.) über eine ausgeführte Simulation zurück
RiskStopRun(*Zellverw* oder *Formel*)	stoppt die Simulation, sobald für *Zellverweis* der Wert TRUE zurückgegeben wird oder die eingegebene Formel dem Wert TRUE entspricht
Diagrammfunktion	**Rückgabe**
RiskResultsGraph(*Zellverw.* oder *Ausg.-/Eing,-Name;* locationCellRange; *DiagrammTyp; xlFormat; leftXdelimiter; rightXdelimiter; xMin; xMax; xScale; Titel; Simnr*)	fügt dem Arbeitsblatt ein Diagramm der Simulationsergebnisse hinzu

Referenz: Verteilungsfunktionen

Nachstehend sind die Verteilungsfunktionen mit den zugehörigen erforderlichen Argumenten aufgeführt. Diesen erforderlichen Argumenten können optionale Argumente hinzugefügt werden, und zwar über die im nächsten Abschnitt angeführten **@RISK-Verteilungseigenschafts-Funktionen.**

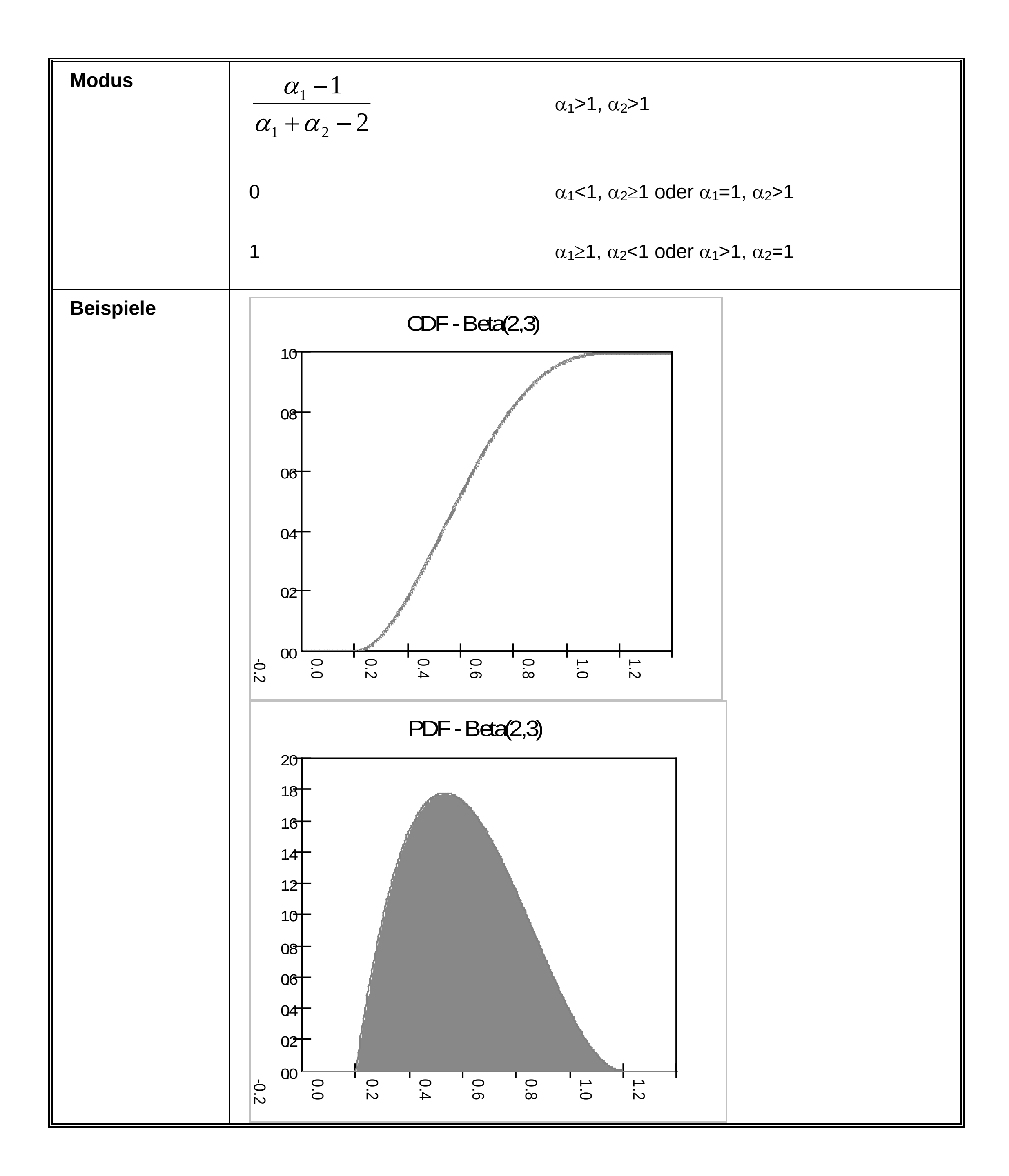
RiskBernoulli

Beschreibung	***RiskBernoulli(p)*** kennzeichnet eine diskontinuierliche Wahrscheinlichkeitsverteilung mit Wert 1 für Erfolgswahrscheinlichkeit *p* und Wert 0 für Misserfolgswahrscheinlichkeit q = 1 - *p*	
Beispiele	**RiskBernoulli(0,1)** kennzeichnet eine Bernoulli-Verteilung mit einer Erfolgswahrscheinlichkeit von 0,1. 10 % der Zeit wird diese Verteilung den Wert 1 zurückgeben. **RiskBernoulli(C12)** kennzeichnet eine Bernoulli-Verteilung mit einer Erfolgswahrscheinlichkeit aus Zelle C12.	
Richtlinien	*p* kontinuierlicher Parameter	0 < *p* < 1
Domäne	$x \in \{0,1\}$	diskontinuierlich
Dichte- und Summenverteilungsfunktionen	$f(x) = 1 - p$	für x = 0
	$f(x) = p$	für x = 1
	$f(x) = 0$	andernfalls
	$F(x) = 0$	für x = 0
	$F(x) = 1 - p$	für 0 ≥ x < 1
	$F(x) = 1$	für x ≥ 1
Mittelwert	*p*	
Varianz	$p(1-p)$	
Schiefe	$\frac{1-2p}{\left[p(1-p)\right]^{3/2}}$	
Wölbung	$\frac{p^3 + (1-p)^3}{p(1-p)}$	
Modalwert	0	falls p < 0,5
	1	falls p > 0,5
	Bimodal (0,1)	falls p = 0,5


Beispiele
PMF - Bernoulli(.3)
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
-0.2
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
CDF - Bernoulli(.3)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-0.2
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2

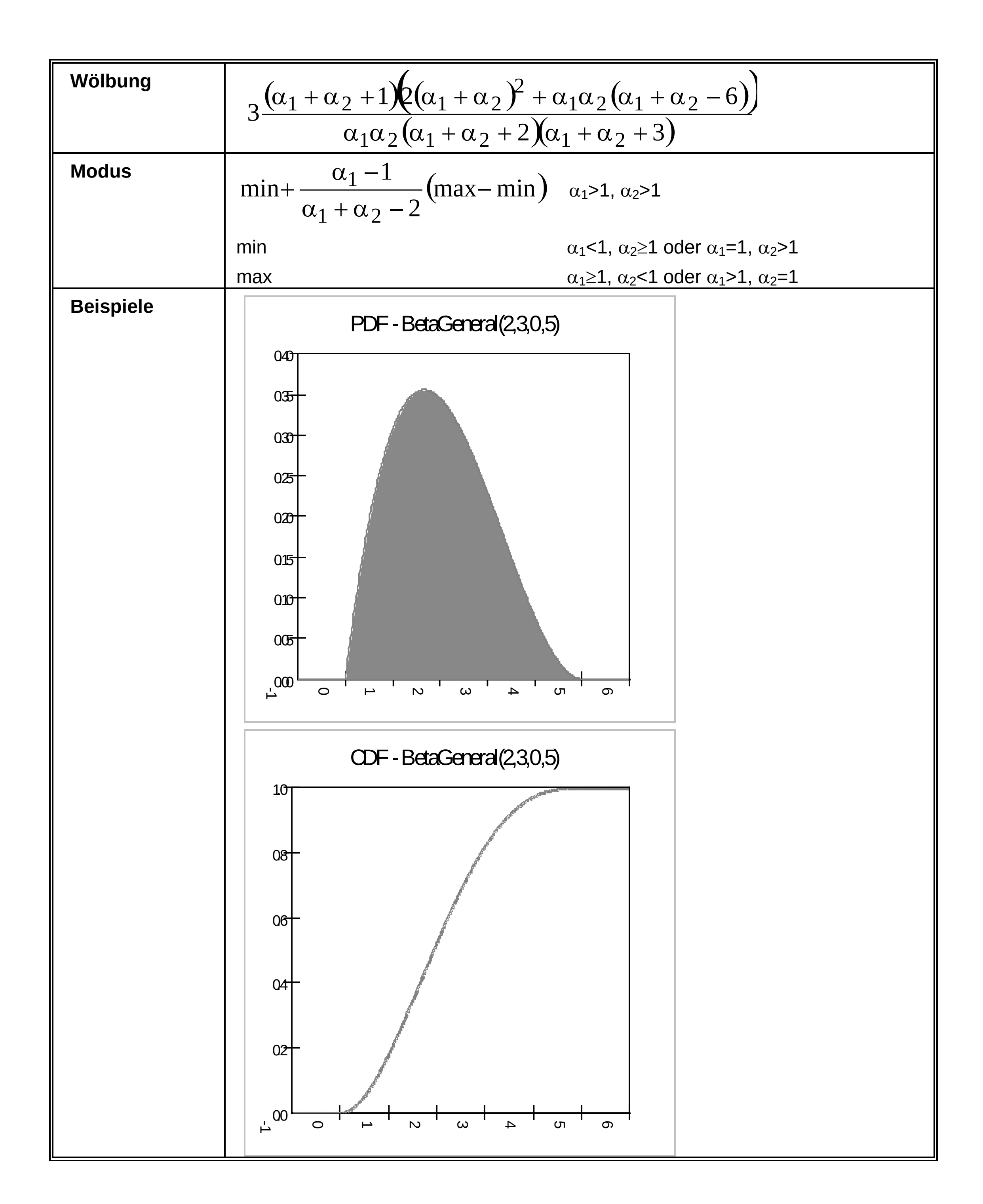
RiskBeta

Beschreibung	Durch ***RiskBeta***(*alpha1;alpha2*) wird eine Beta-Verteilung angegeben, in der die Formparameter *alpha1* und *alpha2* verwendet werden. Mit Hilfe dieser beiden Argumente wird eine Beta-Verteilung mit einem Minimalwert von 0 und einem Maximalwert von 1 erstellt. Die Beta-Verteilung wird oft als Ausgangspunkt für andere Verteilungen (z. B. BetaGeneral, PERT und BetaSubjective) verwendet. Diese Verteilung hängt eng mit der Binomial-Verteilung zusammen und bezieht sich auf die Ungewissheit in der Wahrscheinlichkeit eines Binomial-Prozesses, der auf Basis einer bestimmten Anzahl von Beobachtungen ausgeführt wird.
Beispiele	**RiskBeta(1;2)** gibt eine Beta-Verteilung an, in der die Formparameter 1 und 2 verwendet werden. **RiskBeta(C12;C13)** gibt eine Beta-Verteilung an, in welcher der Formparameter *alpha1* (aus Zelle C12) und der Formparameter *alpha2* (aus Zelle C13) verwendet werden.
Richtlinien	α_1 kontinuierlicher Formparameter $\alpha_1 > 0$ α_2 kontinuierlicher Formparameter $\alpha_2 > 0$
Domäne	$0 \le x \le 1$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{x^{\alpha_1 - 1}(1-x)^{\alpha_2 - 1}}{B(\alpha_1, \alpha_2)}$ $F(x) = \frac{B_x(\alpha_1, \alpha_2)}{B(\alpha_1, \alpha_2)} \equiv I_x(\alpha_1, \alpha_2)$ wobei *B* die *Beta*-Funktion und B_x die unvollständige *Beta*-Funktion darstellt.
Mittelwert	$\frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2}$
Varianz	$\frac{\alpha_1 \alpha_2}{(\alpha_1 + \alpha_2)^2 (\alpha_1 + \alpha_2 + 1)}$
Schiefe	$2 \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2 + 2} \sqrt{\frac{\alpha_1 + \alpha_2 + 1}{\alpha_1 \alpha_2}}$
Wölbung	$3 \frac{(\alpha_1 + \alpha_2 + 1)\left(2(\alpha_1 + \alpha_2)^2 + \alpha_1 \alpha_2 (\alpha_1 + \alpha_2 - 6)\right)}{\alpha_1 \alpha_2 (\alpha_1 + \alpha_2 + 2)(\alpha_1 + \alpha_2 + 3)}$

Modus	$\dfrac{\alpha_1 - 1}{\alpha_1 + \alpha_2 - 2}$	$\alpha_1>1,\ \alpha_2>1$
	0	$\alpha_1<1,\ \alpha_2\geq1$ oder $\alpha_1=1,\ \alpha_2>1$
	1	$\alpha_1\geq1,\ \alpha_2<1$ oder $\alpha_1>1,\ \alpha_2=1$
Beispiele		

RiskBetaGeneral

Beschreibung	***RiskBetaGeneral***(*alpha1;alpha2;Minimum;Maximum*) gibt eine Beta-Verteilung an, mit definiertem *Minimum* und *Maximum* und Formparametern *alpha1* und *alpha2*. Die BetaGeneral wird direkt von der Beta-Verteilung abgeleitet, und zwar durch Skalierung des [0,1]-Bereichs der Beta-Verteilung mittels Minimum- und Maximumwert, um den Bereich zu definieren. Die PERT-Verteilung kann als besondere BetaGeneral-Verteilung angesehen werden.
Beispiele	**RiskBetaGeneral(1;2;0;100)** kennzeichnet eine Beta-Verteilung, in der die Formparameter 1 und 2 verwendet werden und die einen Minimalwert von 0 und einem Maximalwert von 100 aufweist. **RiskBetaGeneral(C12;C13;D12;D13)** kennzeichnet eine Beta-Verteilung, in welcher der Formparameter *alpha1* aus Zelle C12 und der Formparameter *alpha2* aus Zelle C13 sowie ein Minimalwert aus D12 und ein Maximalwert aus D13 verwendet werden.
Richtlinien	α_1 kontinuierlicher Formparameter $\alpha_1 > 0$ α_2 kontinuierlicher Formparameter $\alpha_2 > 0$ min kontinuierlicher Begrenzungsparameter min < max max kontinuierlicher Begrenzungsparameter
Domäne	$\min \le x \le \max$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{(x-\min)^{\alpha_1-1}(\max-x)^{\alpha_2-1}}{B(\alpha_1,\alpha_2)(\max-\min)^{\alpha_1+\alpha_2-1}}$ $F(x) = \frac{B_z(\alpha_1,\alpha_2)}{B(\alpha_1,\alpha_2)} \equiv I_z(\alpha_1,\alpha_2)$ mit $z \equiv \frac{x-\min}{\max-\min}$ wobei *B* die *Beta*-Funktion und B_z die unvollständige *Beta*-Funktion darstellt.
Mittelwert	$\min + \frac{\alpha_1}{\alpha_1+\alpha_2}(\max-\min)$
Varianz	$\frac{\alpha_1\alpha_2}{(\alpha_1+\alpha_2)^2(\alpha_1+\alpha_2+1)}(\max-\min)^2$
Schiefe	$2\frac{\alpha_2-\alpha_1}{\alpha_1+\alpha_2+2}\sqrt{\frac{\alpha_1+\alpha_2+1}{\alpha_1\alpha_2}}$



Wölbung	$$3\frac{(\alpha_1+\alpha_2+1)\left(2(\alpha_1+\alpha_2)^2+\alpha_1\alpha_2(\alpha_1+\alpha_2-6)\right)}{\alpha_1\alpha_2(\alpha_1+\alpha_2+2)(\alpha_1+\alpha_2+3)}$$	
Modus	$\min+\frac{\alpha_1-1}{\alpha_1+\alpha_2-2}(\max-\min)$	$\alpha_1>1$, $\alpha_2>1$
	min	$\alpha_1<1$, $\alpha_2\geq1$ oder $\alpha_1=1$, $\alpha_2>1$
	max	$\alpha_1\geq1$, $\alpha_2<1$ oder $\alpha_1>1$, $\alpha_2=1$
Beispiele		

RiskBetaGeneralAlt, RiskBetaGeneralAltD

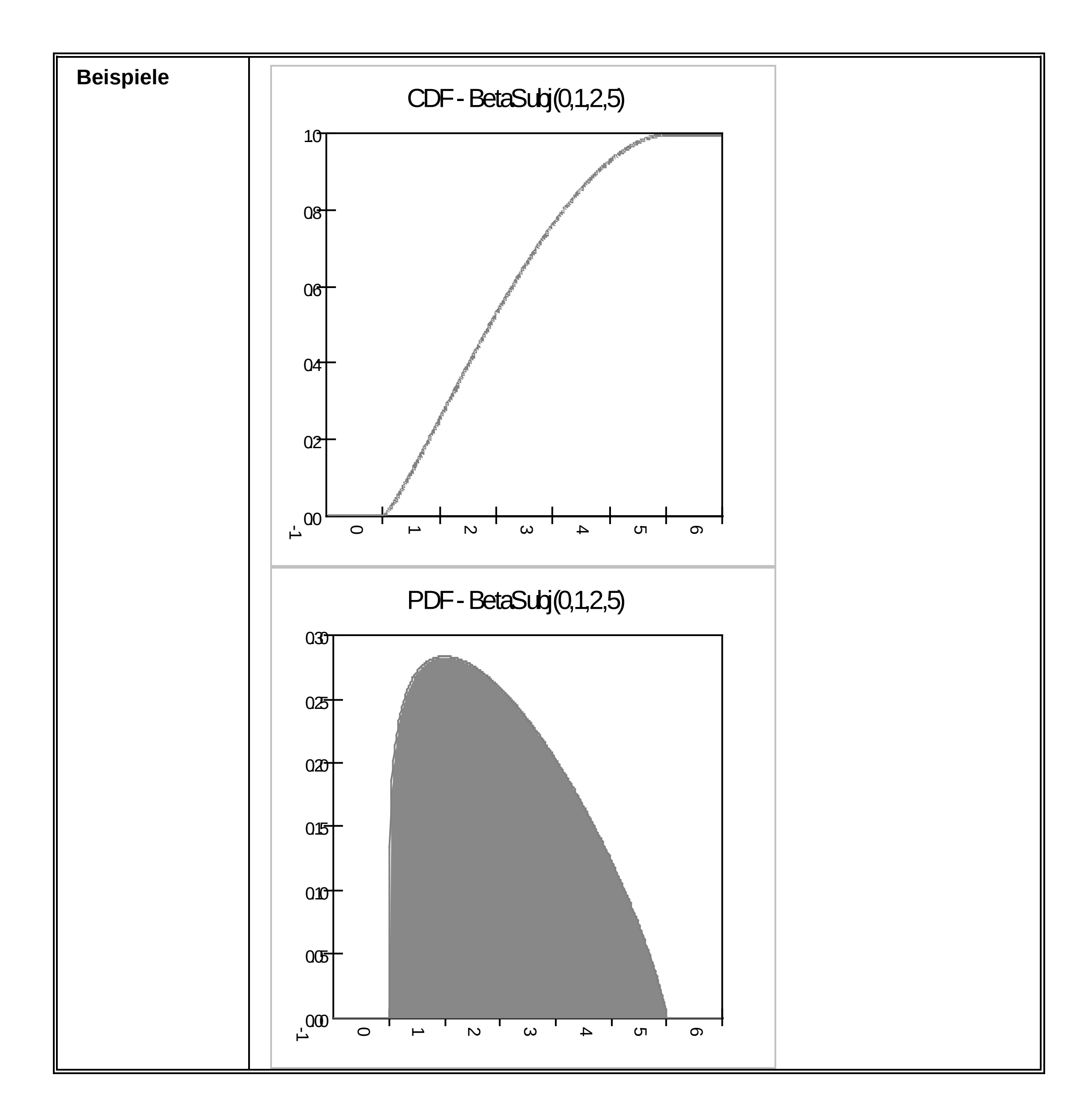
Beschreibung	***RiskBetaGeneralAlt****(Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert; Arg4-Typ; Arg4-Wert)* kennzeichnet eine Beta-Verteilung mit vier Argumenten (*Arg1-Typ* bis *Arg4-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *alpha1*, *alpha2, min.* oder *max.* handeln.
Beispiele	**RiskBetaGeneralAlt("min";0,10%;1,50%;20;"max";50)** kennzeichnet eine Beta-Verteilung mit einem Minimalwert von 0 und einem Maximalwert von 50, einem 10. Perzentil von 1 und einem 50. Perzentil von 20.
Richtlinien	Sowohl *alpha1* als auch *alpha2* muss größer als 0 und *max.* muss größer als *min.* sein. Bei Verwendung von **RiskBetaGeneralAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskBetaSubj

Beschreibung	***RiskBetaSubj***(*Minimum; Höchstwahrsch.; Mittelwert; Maximum*) kennzeichnet eine Beta-Verteilung mit einem angegebenen *Minimal*- und *Maximalwert*. Die Formparameter werden aus dem definierten *Höchstwahrscheinlichkeits*- und *Mittelwert* berechnet. Diese Verteilung ähnelt einer BetaGeneral-Verteilung in dem Sinne, dass der Bereich der zugrunde liegenden Beta-Verteilung entsprechend skaliert wurde. Durch ihre Parametrisierung kann die BetaSubjective jedoch auch in Fällen verwendet werden, wo man keinen Minimum-Höchstwahrscheinlich-Maximum-Parametersatz (wie in der PERT-Verteilung), aber trotzdem den Mittelwert der Verteilung als einen der Parameter verwenden möchte.
Beispiele	**RiskBetaSubj(0;1;2;10)** stellt eine Beta-Verteilung mit einem Minimalwert von 0, einem Maximalwert von 10, einem Höchstwahrscheinlichkeitswert von 1 und einem Mittelwert von 2 dar. **RiskBetaSubj(A1;A2;A3;A4)** ist eine Beta-Verteilung mit einem Minimalwert aus Zelle A1, einem Maximalwert aus Zelle A4, einem Höchstwahrscheinlichkeitswert aus Zelle A2 und einem Mittelwert aus Zelle A3.
Definitionen	$\text{mid} \equiv \frac{\min + \max}{2}$ $\alpha_1 \equiv 2\frac{(\text{mean} - \min)(\text{mid} - \text{m.likely})}{(\text{mean} - \text{m.likely})(\max - \min)}$ $\alpha_2 \equiv \alpha_1 \frac{\max - \text{mean}}{\text{mean} - \min}$

Parameter	min	kontinuierlicher Begrenzungsparameter min < max
	m.likely	kontinuierlicher Parameter min < m.likely < max
	mean	kontinuierlicher Parameter min < mean < max
	max	kontinuierlicher Begrenzungsparameter mean > mid if m.likely > mean mean < mid if m.likely < mean mean = mid if m.likely = mean
Domäne	$\min \le x \le \max$	kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x)=\frac{(x-\min)^{\alpha_1-1}(\max-x)^{\alpha_2-1}}{B(\alpha_1,\alpha_2)(\max-\min)^{\alpha_1+\alpha_2-1}}$ $F(x)=\frac{B_z(\alpha_1,\alpha_2)}{B(\alpha_1,\alpha_2)}\equiv I_z(\alpha_1,\alpha_2)$ mit $z\equiv\frac{x-\min}{\max-\min}$ wobei *B* die *Beta*-Funktion und B_z die unvollständige *Beta*-Funktion darstellt.	
Mittelwert	mean	
Varianz	$\frac{(\text{mean}-\min)(\max-\text{mean})(\text{mean}-\text{m.likely})}{2\cdot\text{mid}+\text{mean}-3\cdot\text{m.likely}}$	
Schiefe	$\frac{2(\text{mid}-\text{mean})}{\lvert\text{mean}+\text{mid}-2\cdot\text{m.likely}\rvert}\sqrt{\frac{(\text{mean}-\text{m.likely})(2\cdot\text{mid}+\text{mean}-3\cdot\text{m.likely})}{(\text{mean}-\min)(\max-\text{mean})}}$	
Wölbung	$3\frac{(\alpha_1+\alpha_2+1)\left(2(\alpha_1+\alpha_2)^2+\alpha_1\alpha_2(\alpha_1+\alpha_2-6)\right)}{\alpha_1\alpha_2(\alpha_1+\alpha_2+2)(\alpha_1+\alpha_2+3)}$	
Modus	m.likely	

Beispiele



CDF - BetaSubj(0,1,2,5)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-1
0
1
2
3
4
5
6
PDF - BetaSubj(0,1,2,5)
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
-1
0
1
2
3
4
5
6

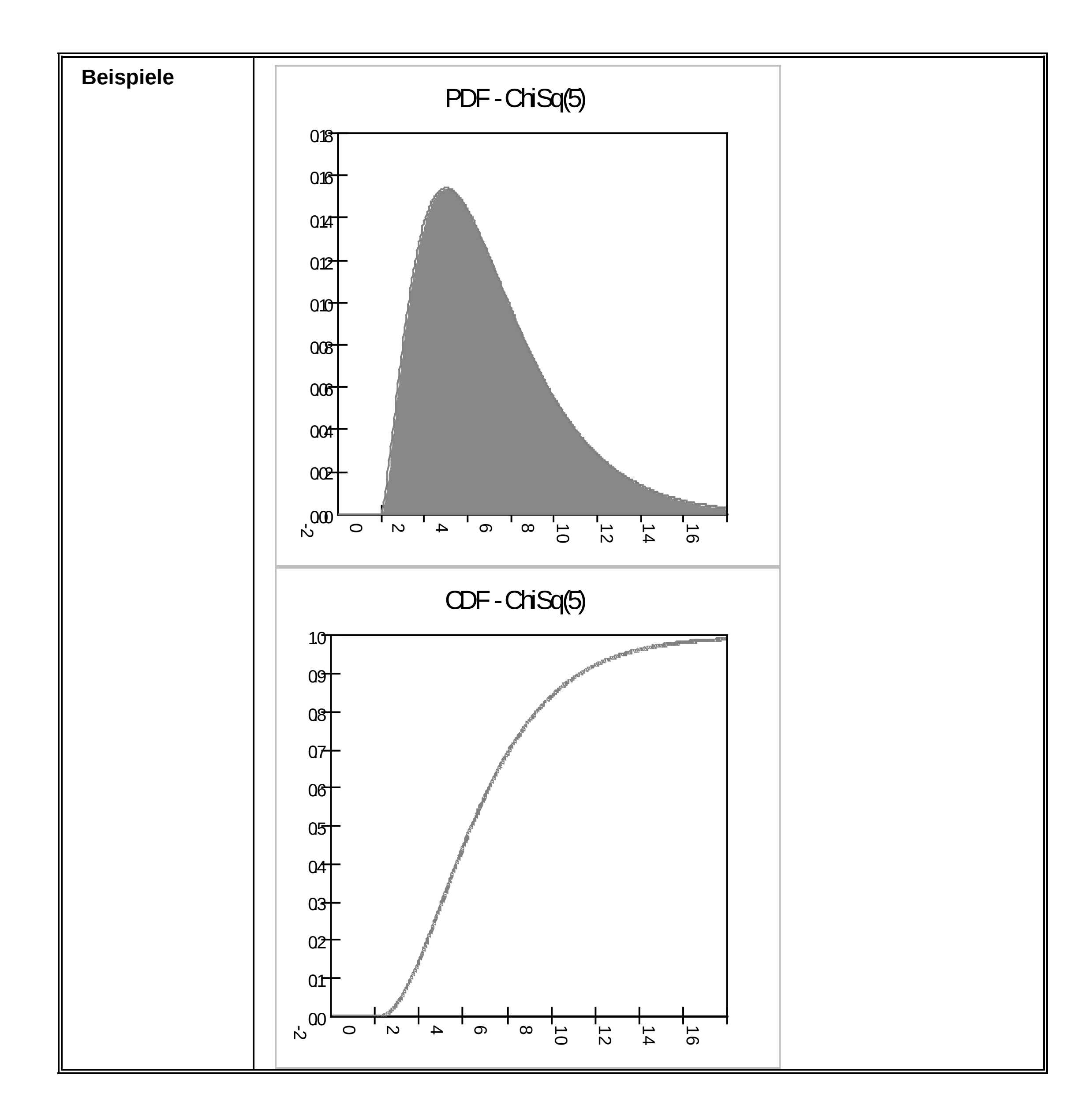
RiskBinomial

Beschreibung	***RiskBinomial***(*n; p*) stellt eine binomische Verteilung mit *n* Versuchen und einer Versuchserfolgswahrscheinlichkeit von *p* dar. Die Anzahl der Versuche wird oft als Anzahl der Probenerhebungen bezeichnet. Die binomische Verteilung ist eine diskontinuierliche Verteilung, in der nur Ganzzahlwerte (Integer) zurückgegeben werden, die größer als oder gleich Null sind. Diese Verteilung entspricht einer Anzahl von Ereignissen, die in einem Versuch mit einem Satz von unabhängigen Vorfällen gleicher Wahrscheinlichkeit auftreten. RiskBinomial(10;20%) würde beispielsweise die Anzahl der Erdölfunde aus einem Portefeuille mit 10 Erfolgsaussichten sein, aus denen jede Erkundungsstelle eine 20%ige Chance hat, fündig zu werden. Die wichtigste Modellierungsanwendung ist n=1, wobei es zwei mögliche Ergebnisse (0 oder 1) gibt und wo 1 die bestimmte Wahrscheinlichkeit p sowie 0 die Wahrscheinlichkeit 1-p hat. p=0,5 entspricht in diesem Fall dem Hochwerfen einer Münze beim Auslosen. Bei anderen *p*-Werten kann die Verteilung dazu verwendet werden, Ereignisrisiken, d. h. das mögliche Auftreten eines Ereignisses, zu modellieren und Risikoregister in Simulationsmodelle umzuwandeln, um die Risiken zu aggregieren.
Beispiele	**RiskBinomial(5;0,25)** ist eine binomische Verteilung, die aus 5 Versuchen oder Probenerhebungen mit einer 25%igen Erfolgswahrscheinlichkeit pro Erhebung erstellt worden ist. **RiskBinomial(C10*3;B10)** ist eine binomische Verteilung, die aus Versuchen oder Probenerhebungen erstellt wurde, die sich aus dem Wert in Zelle C 10 x 3 ergaben. Die Erfolgswahrscheinlichkeit pro Erhebung geht aus Zelle B10 hervor.
Richtlinien	Die Anzahl der Versuche, d. h. *n*, muss eine positive Ganzzahl (Integer) sein, die größer als Null und kleiner als oder gleich 32 767 ist. Die Wahrscheinlichkeit *p* muss größer als oder gleich Null und kleiner als oder gleich 1 sein.
Parameter	n diskontinuierlicher *Count*-Parameter n > 0 * p kontinuierliche Erfolgswahrscheinlichkeit 0 < p < 1 * *n = 0, p = 0 und p = 1 können zwar zum Modellieren verwendet werden, ergeben aber entartete Verteilungen.
Domäne	$0 \le x \le n$ diskontinuierliche Ganzzahlen
Mengen- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$ $F(x) = \sum_{i=0}^{x} \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i}$
Mittelwert	np

Varianz	$np(1-p)$
Schiefe	$\frac{(1-2p)}{\sqrt{np(1-p)}}$
Wölbung	$3-\frac{6}{n}+\frac{1}{np(1-p)}$
Modus	(bimodal) $p(n+1)-1$ und $p(n+1)$ falls $p(n+1)$ ganzzahlig ist (unimodal) größte Ganzzahl kleiner als $p(n+1)$ andernfalls
Beispiele	PMF - Binomial(8,.4) CDF - Binomial(8,.4)

RiskChiSq

Beschreibung	***RiskChiSq***(*v*) stellt eine Chi-Quadrat-Verteilung mit v Freiheitsgraden dar.
Beispiele	Durch **RiskChiSq(5)** wird eine Chi-Quadrat-Verteilung mit 5 Freiheitsgraden erstellt. **RiskChiSq(A7)** gibt eine Chi-Quadrat-Verteilung an, bei welcher der Freiheitsgrad-Parameter aus Zelle A7 genommen wurde.
Richtlinien	Die Anzahl der Freiheitsgrade, d. h. der Wert *v*, muss eine positive Ganzzahl (Integer) sein.
Parameter	ν diskontinuierlicher Formparameter $\nu > 0$
Domäne	$0 \le x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{1}{2^{\nu/2}\Gamma(\nu/2)} e^{-x/2} x^{(\nu/2)-1}$ $F(x) = \frac{\Gamma_{x/2}(\nu/2)}{\Gamma(\nu/2)}$ wobei Γ die *Gamma*-Funktion und Γ_x die unvollständige *Gamma*-Funktion darstellt.
Mittelwert	ν
Varianz	2ν
Schiefe	$\sqrt{\frac{8}{\nu}}$
Wölbung	$3 + \frac{12}{\nu}$
Modus	ν-2 falls $\nu \ge 2$ 0 falls $\nu = 1$


Beispiele
PDF - ChiSq(5)
-2
0
2
4
6
8
10
12
14
16
CDF - ChiSq(5)
-2
0
2
4
6
8
10
12
14
16

RiskCompound

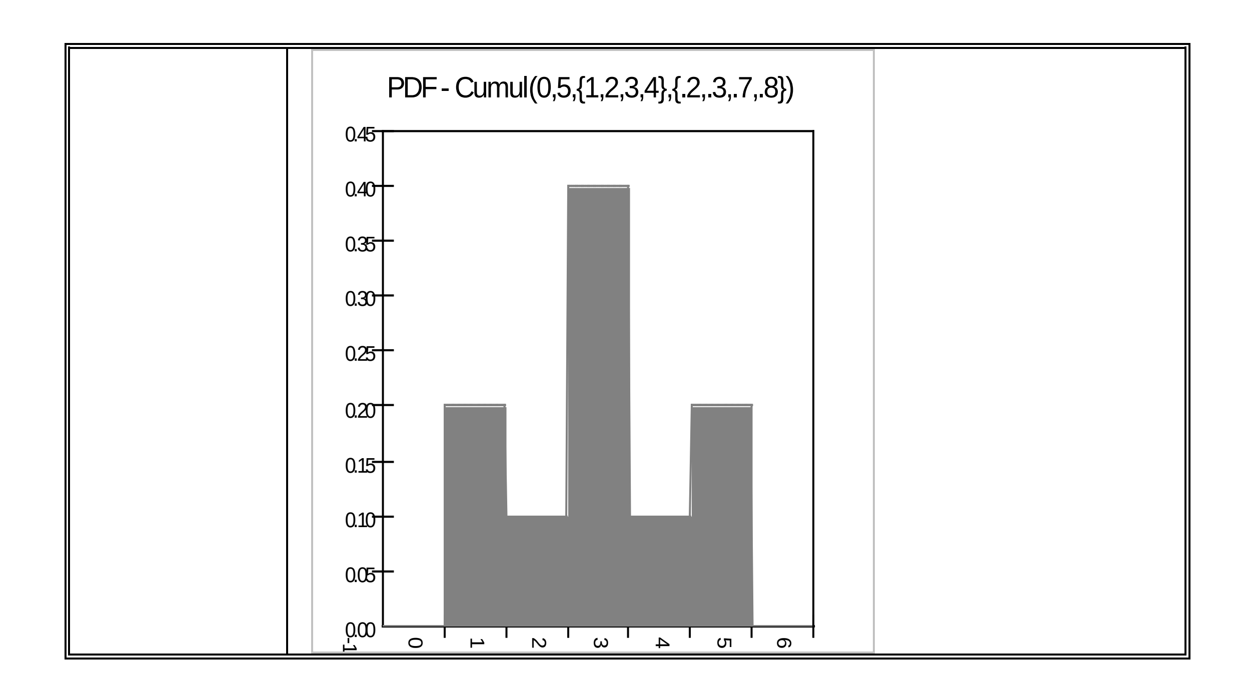
Beschreibung	***RiskCompound****(Verteilung1* oder *Wert* oder *Zellverw.; Verteilung2* oder *Zellverw.; Deductible; Limit)* gibt die Summe einer Anzahl von Werteproben aus *Verteilung2* zurück, wobei die Anzahl der aus *Verteilung2* erhobenen Werteproben durch den aus *Verteilung1* erhobenen Wert oder *Wert* gegeben ist. Gewöhnlich ist *Verteilung1* die Häufigkeits- und *Verteilung2* die Schwereverteilung. Optional kann der absetzbare Betrag (*Deductible*) von jeder *Verteilung2*-Werteprobe subtrahiert werden. Wenn der absetzbare *Verteilung2*-Wert die Obergrenze (*Limit*) überschreitet, wird die *Verteilung2*-Werteprobe automatisch auf diese Obergrenze eingestellt. *RiskCompound* wird während jeder Iteration einer Simulation ausgewertet. Zur Berechnung des Wertes des ersten Arguments wird eine Wertprobe aus *Verteilung1* oder ein Wert aus *Zellverw*. verwendet. Anschließend wird eine Anzahl von Werteproben, die dem Wert des ersten Arguments entspricht, aus *Verteilung2* erhoben und summiert. Diese Summe ist dann der zurückgegebene Wert aus der Funktion *RiskCompound*.
Beispiele	***RiskCompound****(RiskPoisson(5);RiskLognorm(10000;10000))* summiert eine Anzahl von Werteproben aus *RiskLognorm(10000;10000),* wobei die Anzahl der zu summierenden Werteproben durch den aus *RiskPoisson(5)* erhobenen Wert gegeben ist.
Richtlinien	*Verteilung1* kann korreliert sein, aber nicht *Verteilung2*. De Funktion *RiskCompound* als solche darf auch nicht korreliert sein. Der absetzbare Betrag (*Deductible*) und die Obergrenze (*Limit*) sind optionale Argumente. Falls (Werteprobe aus *Verteilung2 – Deductible*) die Obergr*enze (Limit) überschreitet, wird die Werteprobe für Verteilung2 auf* Limit eingestellt. *Verteilung1, Verteilung2* und die Funktion *RiskCompound* als solche können Eigenschaftsfunktionen enthalten, aber nicht *RiskCorrmat* (wie bereits vorstehend erwähnt). Eingabeverteilungsfunktion *Verteilung1* oder *Verteilung2* und auch die Verteilungsfunktionen in Zellen (auf die in der Funktion *RiskCompound* verwiesen wird) werden nicht in den Empfindlichkeitsanalysenergebnissen für Ausgaben angezeigt, die durch die Funktion *RiskCompound* beeinflusst werden. Die Funktion *RiskCompound* selbst bezieht jedoch Empfindlichkeitsanalysenergebnisse mit ein. Bei diesen Ergebnissen handelt es sich um die Auswirkungen von *Verteilung1, Verteilung2* und sonstigen Verteilungsfunktionen in Zellen, auf die in *RiskCompound* verwiesen wird. *Verteilung1* ist ein Ganzzahlwert. Wenn die für Verteilung 1 eingegebene Verteilungsfunktion oder Formel keinen Ganzzahlwert zurückgibt, wird der Wert entsprechend gestutzt. Dies ist das gleiche Verhalten wie bei Excel-Funktionen mit Ganzzahlwert-Argumenten (z. B. INDEX). Falls Sie möchten, können Sie die Excel-Funktion ROUND verwenden, um den Wert für *Verteilung1* entsprechend auf- bzw. abzurunden. *Verteilung2* darf nur eine einzige @RISK-Verteilungsfunktion, einen konstanten Wert oder einen Zellverweis enthalten. Es darf sich dabei um keinen Ausdruck und auch um keine Formel handeln. Falls Sie eine Formel zur Berechnung eines Schwerewerts verwenden möchten, müssen Sie die Formel in eine separate Zelle eingeben und dann auf diese Zelle verweisen (siehe weiter unten). Bei *Verteilung2* kann es sich um einen Verweis auf einen *Zellverw.* handeln, der

	eine Verteilungsfunktion oder Formel enthält. Bei Eingabe einer Formel wird diese jedesmal neu berechnet, wenn ein Schwerewert benötigt wird. Die Schwereformel für Zelle A10 und *Compound*-Funktion in A11 könnte z. B. wie folgt eingegeben werden: ***A10: =RiskLognorm(10000;1000)/(1,1^RiskWeibull(2;1))*** ***A11:= RiskCompound(RiskPoisson(5);A10)***
	In diesem Fall würde die „Werteprobe" für die Schwereverteilung durch Auswertung der Formel in A10 generiert werden. Bei jeder Iteration würde diese Formel dann so oft ausgewertet werden, wie durch die Werteprobe aus der Häufigkeitsverteilung angegeben ist. Hinweis: Die eingegebene Formel darf nur < 256 Zeichen haben. Falls kompliziertere Berechnungen erforderlich sind, kann eine benutzerdefinierte Funktion als auszuwertende Formel eingegeben werden. Außerdem müssen alle in der Schwereberechnung zu erhebenden @RISK-Verteilungen in die Formel der Zelle eingegeben werden (z. B. in die Formel für die vorstehend genannte Zelle A10) und dürfen nicht als Verweise in anderen Zellen genannt werden. Es ist zu beachten, dass nach Ausführung keine Einzelverteilung der Simulationsergebnisse für die Schwereverteilung oder Schwereberechnung verfügbar ist. Im Fenster **Ergebnisübersicht** wird für die Schwereverteilung kein Eintrag vorgenommen und im Durchsuchfenster kann für diese Verteilung auch kein Diagramm angezeigt werden. Das hat damit zu tun, dass bei einer Schwereverteilung während einer Iteration beliebig oft Werteproben erhoben werden können, während das bei allen anderen Verteilungen nur einmal der Fall ist.

RiskCumul

Beschreibung	***RiskCumul***(*Minimum; Maximum; {X1;X2;..;Xn}; {p1;p2;..;pn}*) stellt eine Summenverteilung mit *n* Punkten dar. Der Bereich der Summenkurve wird durch die Argumente *Minimum* und *Maximum* festgelegt. Jeder Punkt auf der Summenkurve hat einen Wert *X* und eine Wahrscheinlichkeit *p*. Die Punkte werden auf der Summenkurve durch einen zunehmenden Wert und eine zunehmende Wahrscheinlichkeit angegeben. Für diese Kurve können beliebig viele Punkte angegeben werden.	
Beispiele	***RiskCumul(0;10;{1;5;9};{0,1;0,7;0,9})*** ist eine Summenkurve mit 3 Datenpunkten und einem Bereich von 0 bis 10. Der erste Punkt auf der Kurve ist 1, mit einer Summenwahrscheinlichkeit von 0,1 (d. h. 10% der Verteilungswerte sind kleiner als oder gleich 1 und 90% sind größer als 1). Der zweite Punkt auf der Kurve ist 5, mit einer Summenwahrscheinlichkeit von 0,7 (d. h. 70% der Verteilungswerte sind kleiner als oder gleich 5 und 30% sind größer als 5). Der dritte Punkt auf der Kurve ist 9, mit einer Summenwahrscheinlichkeit von 0,9 (d. h. 90% der Verteilungswerte sind kleiner als oder gleich 9 und 10% sind größer als 9). ***RiskCumul(100;200;A1:C1;A2:C2)*** ist eine Summenverteilung mit 3 Datenpunkten und einem Bereich von 100 bis 200. Zeile 1 des Arbeitsblatts (A1 bis C1) enthält die Werte der einzelnen Datenpunkte, während Zeile 2 (A2 bis C2) die Summenwahrscheinlichkeiten für die einzelnen Verteilungspunkte enthält. In Excel sind bei Verwendung von Zellbereichen als Funktionseinträge keine geschweiften Klammern erforderlich.	
Richtlinien	Die Kurvenpunkte müssen nach zunehmendem Wert (*X1<X2<X3*;...;<*Xn*) angegeben werden. Die Summenwahrscheinlichkeit für die Punkte, d. h. p, muss auf der Kurve in Reihenfolge der zunehmenden Wahrscheinlichkeit angegeben werden (d. h. *p1<=p2<=p3;...;<=pn*). Die Summenwahrscheinlichkeit (*p*) für die Punkte auf der Kurve muss größer als oder gleich 0 und kleiner als oder gleich 1 sein. Minimum (*min*) muss kleiner als Maximum (*max*) sein. Minimum (*min*) muss kleiner als *X1 und* Maximum (*max*) größer als *Xn* sein. Die Höchstanzahl an *X,p*-Paaren ist 2.147.483.647.	
Parameter	min	kontinuierlicher Parameter min < max
	max	kontinuierlicher Parameter
	$\{x\} = \{x_1, x_2, \ldots, x_N\}$	Matrix aus kontinuierlichen Parametern $min \leq x_i \leq max$
	$\{p\} = \{p_1, p_2, \ldots, p_N\}$	Matrix aus kontinuierlichen Parametern $0 \leq p_i \leq 1$

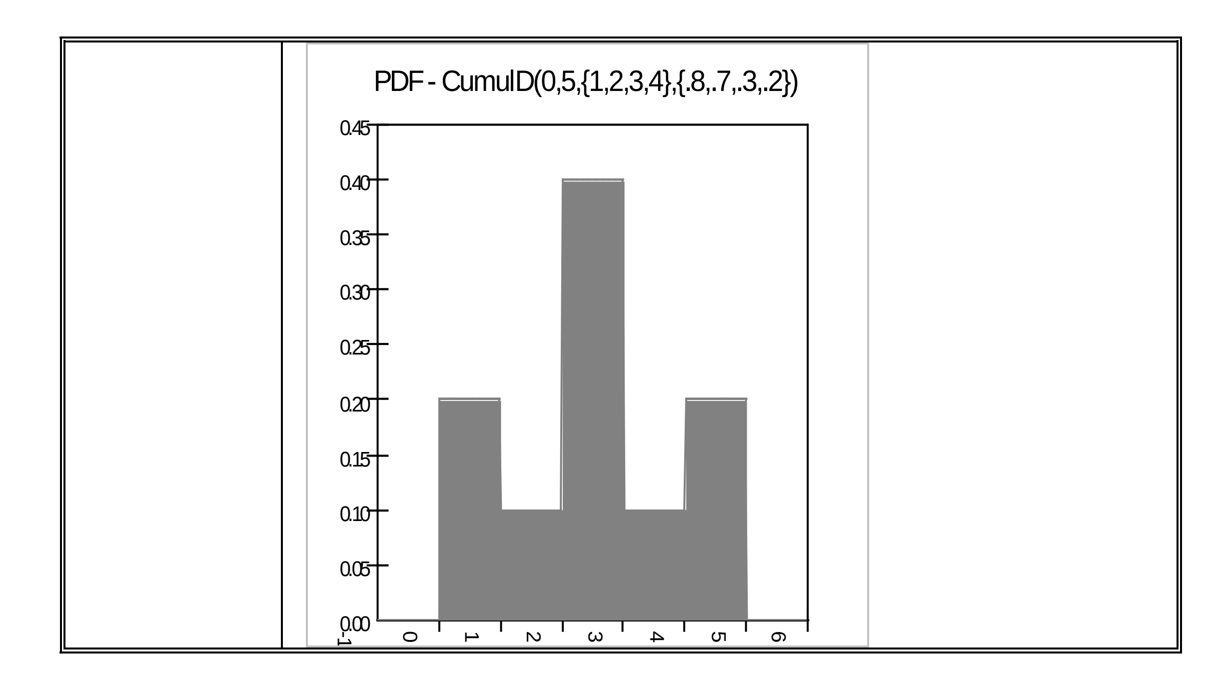
Domäne	$min \le x \le max$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$$f(x) = \frac{p_{i+1} - p_i}{x_{i+1} - x_i}$$ für $x_i \le x < x_{i+1}$ $$F(x) = p_i + (p_{i+1} - p_i)\left(\frac{x - x_i}{x_{i+1} - x_i}\right)$$ für $x_i \le x \le x_{i+1}$ Voraussetzungen: Die Matrizen sind von links nach rechts angeordnet Der Index reicht von 0 bis N+1 und hat zwei zusätzliche Elemente: $x_0 \equiv$ min, $p_0 \equiv 0$ und $x_{N+1} \equiv$ max, $p_{N+1} \equiv 1$
Mittelwert	*Keine geschlossene Form*
Varianz	*Keine geschlossene Form*
Schiefe	*Keine geschlossene Form*
Wölbung	*Keine geschlossene Form*
Modus	*Keine geschlossene Form*
Beispiele	


PDF - Cumul(0,5,{1,2,3,4},{.2,.3,.7,.8})
0.45
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
-1
0
1
2
3
4
5
6

RiskCumulD

Beschreibung	***RiskCumulD***(*Minimum; Maximum; {X1,X2,..,Xn}; {p1,p2,..,pn}*) kennzeichnet eine Summenverteilung mit *n* Punkten. Der Bereich der Summenkurve wird durch die Argumente *Minimum* und *Maximum* festgelegt. Jeder Punkt in dieser Summenkurve hat den Wert X und eine Wahrscheinlichkeit von p. Die Punkte in dieser Summenkurve sind mit zunehmendem Wert und abnehmender Wahrscheinlichkeit angegeben. Die Wahrscheinlichkeiten sind kumulativ absteigend eingegeben, d. h. mit der Wahrscheinlichkeit, dass ein Wert größer als der eingegebene X-Wert ist. Für diese Kurve können beliebig viele Punkte angegeben werden.	
Beispiele	***RiskCumulD(0;10;{1;5;9};{0,9;0,3;0,1})*** kennzeichnet eine Summenkurve mit 3 Datenpunkten und einem Bereich von 0 bis 10. Der erste Punkt in der Kurve ist 1 mit einer kumulativ absteigenden Wahrscheinlichkeit von 0,9 (10% der Verteilungswerte sind kleiner als oder gleich 1 und 90% sind größer). Der zweite Punkt in der Kurve ist 5 mit einer kumulativ absteigenden Wahrscheinlichkeit von 0,3 (70% der Verteilungswerte sind kleiner als oder gleich 5 und 30% sind größer). Der dritte Punkt in der Kurve ist 9 mit einer kumulativ absteigenden Wahrscheinlichkeit von 0,1 (90% der Verteilungswerte sind kleiner als oder gleich 9 und 10% sind größer). **RiskCumulD(100;200;A1:C1;A2:C2)** kennzeichnet eine Summenkurve mit drei Datenpunkten und einem Bereich von 100 bis 200. Zeile 1 des Arbeitsblattes – A1 bis C1 – enthält die Werte der einzelnen Datenpunkte, während aus Zeile 2 – A2 bis C2 – die Summenwahrscheinlichkeit an jedem der drei Punkte in der Verteilung hervorgeht. In Excel sind bei Verwendung von Zellbereichen als Funktionseinträge keine geschweiften Klammern erforderlich.	
Richtlinien	Die Kurvenpunkte müssen nach zunehmendem Wert (*X1*<*X2*<*X3*;...;<*Xn*) angegeben werden. Die Summenwahrscheinlichkeit *p* für die Punkte der Kurve muss absteigend (*p1*>=*p2*>=*p3*;...;>=*pn*) angegeben werden. Die absteigende Summenwahrscheinlichkeit *p* der Kurvenpunkte darf nicht kleiner als 0 und nicht größer als 1 sein. Minimum (*min*) muss kleiner als Maximum (*max*) sein. Minimum (*min*) muss kleiner als *X1 und* Maximum (*max*) größer als *Xn* sein.	
Parameter	min	kontinuierlicher Parameter min < max
	max	kontinuierlicher Parameter
	$\{x\} = \{x_1, x_2, \ldots, x_N\}$	Matrix aus kontinuierlichen Parametern $min \leq x_i \leq max$
	$\{p\} = \{p_1, p_2, \ldots, p_N\}$	Matrix aus kontinuierlichen Parametern $0 \leq p_i \leq 1$
Domäne	$min \leq x \leq max$	kontinuierlich

Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{p_i - p_{i+1}}{x_{i+1} - x_i}$ für $x_i \le x < x_{i+1}$ $F(x) = 1 - p_i + (p_i - p_{i+1})\left(\frac{x - x_i}{x_{i+1} - x_i}\right)$ für $x_i \le x \le x_{i+1}$ Voraussetzungen: Die Matrizen sind von links nach rechts angeordnet Der Index reicht von 0 bis N+1 und hat zwei zusätzliche Elemente: $x_0 \equiv$ min, $p_0 \equiv 1$ und $x_{N+1} \equiv$ max, $p_{N+1} \equiv 0$
Mittelwert	*Keine geschlossene Form*
Varianz	*Keine geschlossene Form*
Schiefe	*Keine geschlossene Form*
Wölbung	*Keine geschlossene Form*
Modus	*Keine geschlossene Form*
Beispiele	CDF - CumulD(0,5,{1,2,3,4},{.8,.7,.3,.2})



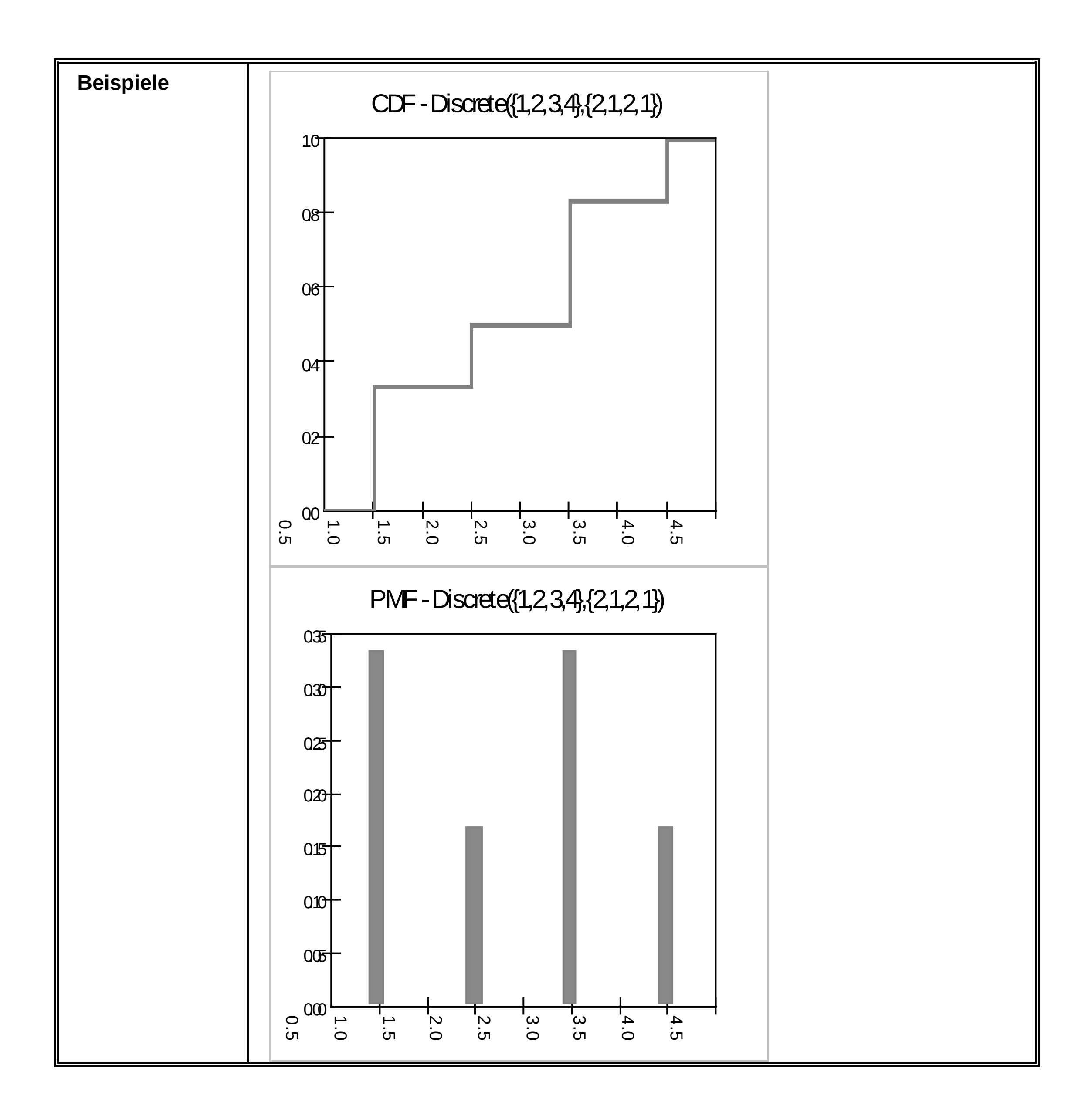
PDF - CumulD(0,5,{1,2,3,4},{.8,.7,.3,.2})
0.45
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
-1
0
1
2
3
4
5
6

RiskDiscrete

Beschreibung	***RiskDiscrete***(*{X1;X2;...;Xn};{p1;p2;...;pn}*) bezeichnet eine diskontinuierliche Verteilung mit *n* Resultaten. Es kann jede beliebige Anzahl an Resultaten eingegeben werden. Jedes Resultat hat einen Wert *X* und einen Wahrscheinlichkeitsfaktor *p*, durch welche die Auftretenswahrscheinlichkeit des Resultats angegeben wird. Genau wie bei der Funktion RiskHistogrm können Wahrscheinlichkeitsfaktoren zu einem beliebigen Wert addiert und dann durch @RISK mit den gegebenen Wahrscheinlichkeiten normiert werden. Dies ist eine benutzerdefinierte Verteilung, bei der der Benutzer alle möglichen Ergebnisse und deren Wahrscheinlichkeiten angibt Diese Verteilung kann verwendet werden, wenn angenommen wird, dass es mehrere diskontinuierliche Ergebnisse geben kann (z. B. bester, erwarteter und schlimmster Fall). Auch können durch diese Verteilung einige andere diskontinuierlichen Verteilungen (z. B. die Binomial-Verteilung) repliziert und diskontinuierliche Szenarien modelliert werden.
Beispiele	**RiskDiscrete({0;0,5};{1;1})** ist eine diskontinuierliche Verteilung mit 2 Resultaten: 0 und 0,5. Jedes dieser beiden Resultate hat die gleiche Auftretenswahrscheinlichkeit, da beide die Wertigkeit 1 haben. Die Wahrscheinlichkeit für 0 ist 50% (1/2) und die Wahrscheinlichkeit für 0,5 ist ebenfalls 50% (1/2). **RiskDiscrete(A1:C1;A2:C2)** kennzeichnet eine diskontinuierliche Verteilung mit drei Resultaten. Die erste Zeile des Arbeitsblatts (A1 bis C1) enthält die Werte für die einzelnen Resultate, während Zeile 2 (A2 bis C2) die einzelnen Wahrscheinlichkeitsfaktoren enthält.
Richtlinien	Die Bewertungsfaktoren *p* müssen größer als oder gleich 0 sein und die Summe aller Bewertungsfaktoren muss größer als 0 sein.
Parameter	$\{x\} = \{x_1, x_2, \ldots, x_N\}$ Matrix aus kontinuierlichen Parametern $\{p\} = \{p_1, p_2, \ldots, p_N\}$ Matrix aus kontinuierlichen Parametern
Domäne	$x \in \{x\}$ diskontinuierlich

Mengen- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = p_i$ für $x = x_i$ $f(x) = 0$ für $x \notin \{x\}$ $F(x) = 0$ für $x < x_1$ $F(x) = \sum_{i=1}^{s} p_i$ für $x_s \le x < x_{s+1}$, $s < N$ $F(x) = 1$ für $x \ge x_N$ Voraussetzungen: Die Matrizen sind von links nach rechts angeordnet Die *p*-Matrix ist auf 1 normiert.
Mittelwert	$\sum_{i=1}^{N} x_i p_i \equiv \mu$
Varianz	$\sum_{i=1}^{N} (x_i - \mu)^2 p_i \equiv V$
Schiefe	$\frac{1}{V^{3/2}} \sum_{i=1}^{N} (x_i - \mu)^3 p_i$
Wölbung	$\frac{1}{V^2} \sum_{i=1}^{N} (x_i - \mu)^4 p_i$
Modus	*Dem höchsten p-Wert entsprechender x-Wert*

Beispiele

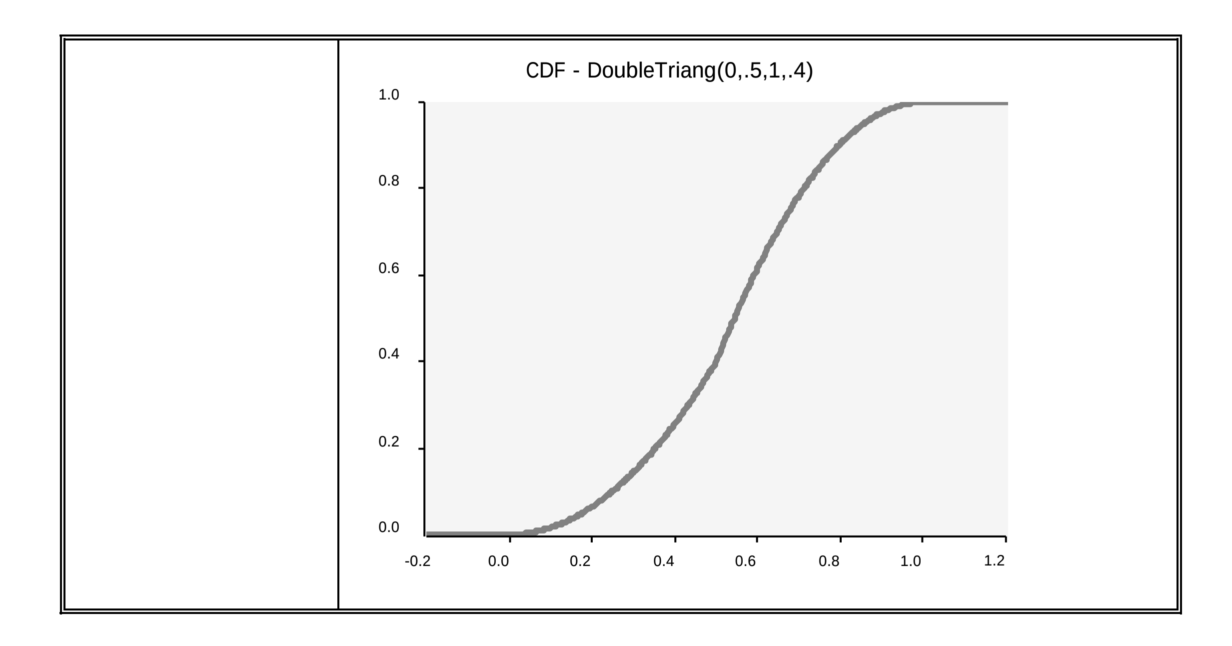


CDF - Discrete({1,2,3,4},{2,1,2,1})
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
PMF - Discrete({1,2,3,4},{2,1,2,1})
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5

RiskDoubleTriang

Beschreibung	***RiskDoubleTriang*** (*min;m.likely;max;p*) kennzeichnet eine doppelte Dreiecksverteilung mit dem minimalen, höchstwahrscheinlichsten und maximalen Wert sowie der Wahrscheinlichkeit *p*, dass der Wert zwischen *minimal* und *höchstwahrscheinlich* liegen wird. Diese Verteilung ermöglicht die Angabe von zusätzlichen Wahrscheinlichkeitsinformationen im Vergleich zur standardmäßigen Dreiecksverteilung RiskTriang.
Beispiele	**RiskDoubleTriang(1;2;3;0,1)** kennzeichnet eine doppelte Dreiecksverteilung mit einem möglichen *Minimalwert* von 1, einem *Höchstwahrscheinlichkeitswert* von 2 und einem *Maximalwert* von 3. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Wert in den Bereich zwischen 1 und 2 fällt, 0,1 oder 10%. **RiskDoubleTriang(A10;B10;500;0,4)** kennzeichnet eine Dreiecksverteilung mit einem *Minimalwert* aus Zelle A10, einem *Höchstwahrscheinlichkeitswert* aus Zelle B10 und einem *Maximalwert* von 500. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Wert in den Bereich zwischen Minimalwert aus Zelle A10 und Maximalwert aus Zelle B10 fällt, ist 0,4.
Richtlinien	Keine
Parameter	**min** **kontinuierlicher Begrenzungsparameter min < max *** **m.likely** **kontinuierlicher Modusparameter min < m.likely < max** **max** **kontinuierlicher Begrenzungsparameter** **p** **Wahrscheinlichkeit einer niedrigeren Auswahl 0 < p < 1** *** *min = max* kann zwar zum Modellieren verwendet werden, ergibt jedoch eine entartete Verteilung.**
Domäne	min ≤ x ≤ max kontinuierlich
Mengen- und Summenverteilungsfunktionen	$f(x) = \frac{2p(x - \min)}{(m.likely - \min)^2}$ min ≤ x ≤ m.likely $f(x) = \frac{2(1-p)(\max - x)}{(\max - m.likely)^2}$ m.likely ≤ x ≤ max $F(x) = \frac{p(x - \min)^2}{(m.likely - \min)^2}$ min ≤ x ≤ m.likely

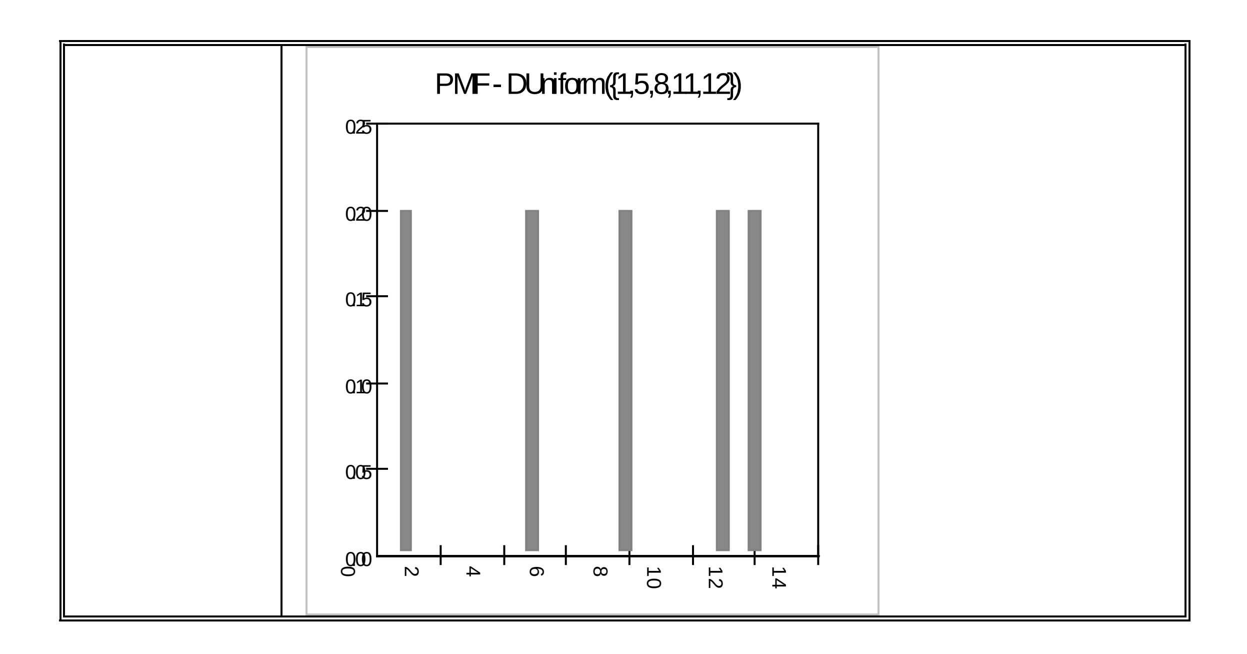
	$F(x) = 1 - \frac{(1-p)(max - x)^2}{(max - m.likely)^2}$ m.likely ≤ x ≤ max
Mittelwert	$\frac{(p)(min) + 2(m.likely) + (1-p)(max)}{6}$
Varianz	*kompliziert*
Schiefe	*kompliziert*
Wölbung	*kompliziert*
Modalwert	*m.likely*
Beispiele	PDF - DoubleTriang(0,.5,1,.4)


CDF - DoubleTriang(0,.5,1,.4)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-0.2
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2

RiskDUniform

Beschreibung	***RiskDUniform***(*{X1;X2;...;Xn}*) kennzeichnet eine diskontinuierliche (uniform) Gleichverteilung mit *n* möglichen Resultaten. Die Auftretenswahrscheinlichkeit ist für alle Resultate gleich. Der Wert für die einzelnen möglichen Resultate wird durch den für das Resultat eingegebenen Wert *x* angegeben. Die Auftretenswahrscheinlichkeit ist für alle Werte gleich. Um eine diskontinuierliche (uniform) Gleichverteilung zu erstellen, in der jede Ganzzahl (Integer) im Bereich ein mögliches Ergebnis darstellt, müssen Sie die Funktion RiskIntUniform verwenden.
Beispiele	**RiskDUniform({1;2,1;4,45;99})** kennzeichnet eine diskrete (uniform) Gleichverteilung mit 4 möglichen Resultaten. Bei den 4 möglichen Resultaten handelt es sich um die Werte 1, 2,1, 4,45 und 99. **RiskDUniform(A1:A5)** kennzeichnet eine diskrete (uniform) Gleichverteilung mit 5 möglichen Resultaten. Bei den 5 möglichen Resultaten handelt es sich um Werte aus den Zellen A1 bis A5.
Richtlinien	Keine
Parameter	$\{x\} = \{x_1, x_1, \ldots, x_N\}$ Matrix aus kontinuierlichen Parametern
Domäne	$x \in \{x\}$ diskontinuierlich
Mengen- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{1}{N}$ für $x \in \{x\}$ $f(x) = 0$ für $x \notin \{x\}$ $F(x) = 0$ für $x < x_1$ $F(x) = \frac{i}{N}$ für $x_i \le x < x_{i+1}$ $F(x) = 1$ für $x \ge x_N$ sofern die {x}-Matrix entsprechend angeordnet ist.

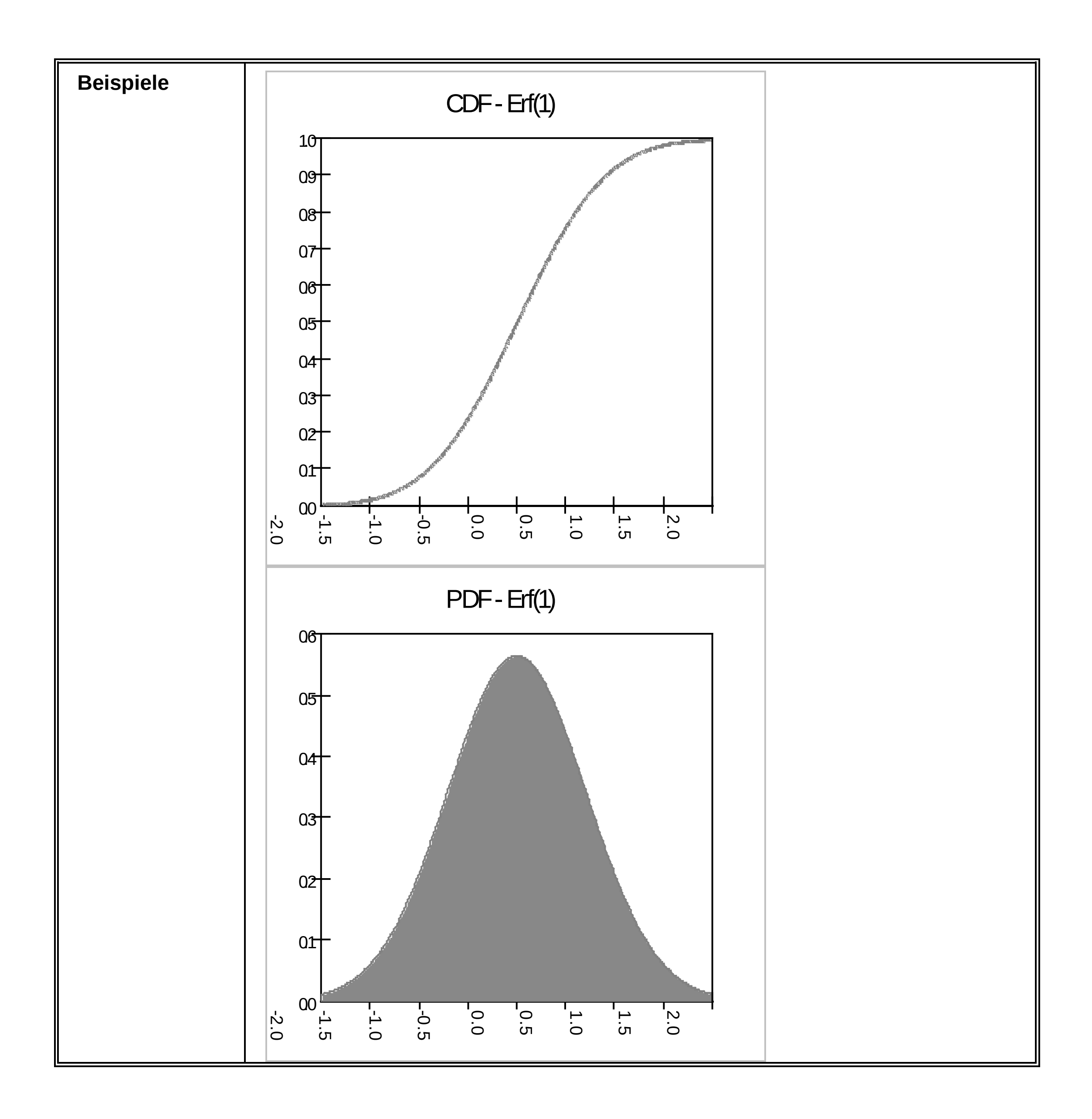
Mittelwert	$$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i \equiv \mu$$
Varianz	$$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} (x_i - \mu)^2 \equiv V$$
Schiefe	$$\frac{1}{NV^{3/2}}\sum_{i=1}^{N} (x_i - \mu)^3$$
Wölbung	$$\frac{1}{NV^2}\sum_{i=1}^{N} (x_i - \mu)^4$$
Modus	*nicht eindeutig definiert*
Beispiele	CDF - DUniform({1,5,8,11,12}) Y: 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0; X: 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14


PMF - DUniform({1,5,8,11,12})
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
0
2
4
6
8
10
12
14

RiskErf

Beschreibung	***RiskErf***(*h*) kennzeichnet eine Fehlerfunktion mit dem Varianz-Parameter h. Die Fehlerfunktionsverteilung wird aus einer Normalverteilung abgeleitet.
Beispiele	Durch ***RiskErf(5)*** wird eine Fehlerfunktion mit dem Varianz-Parameter 5 erstellt. ***RiskErf(A7)*** kennzeichnet dagegen eine Fehlerfunktion mit einem Varianz-Parameter aus Zelle A7.
Richtlinien	Der Varianz-Parameter *h* muss größer als 0 sein.
Parameter	**h** Kontinuierlicher inverser Skalierungsparameter h > 0
Domäne	-∞ < x < +∞ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-(hx)^2}$ $F(x) \equiv \Phi\left(\sqrt{2}hx\right) = \frac{1 + \text{erf}(hx)}{2}$ Syntax: Φ ist das Laplace-Gauss-Integral und *erf* die Fehlerfunktion.
Mittelwert	0
Varianz	$\frac{1}{2h^2}$
Schiefe	0
Wölbung	3
Modus	**0**

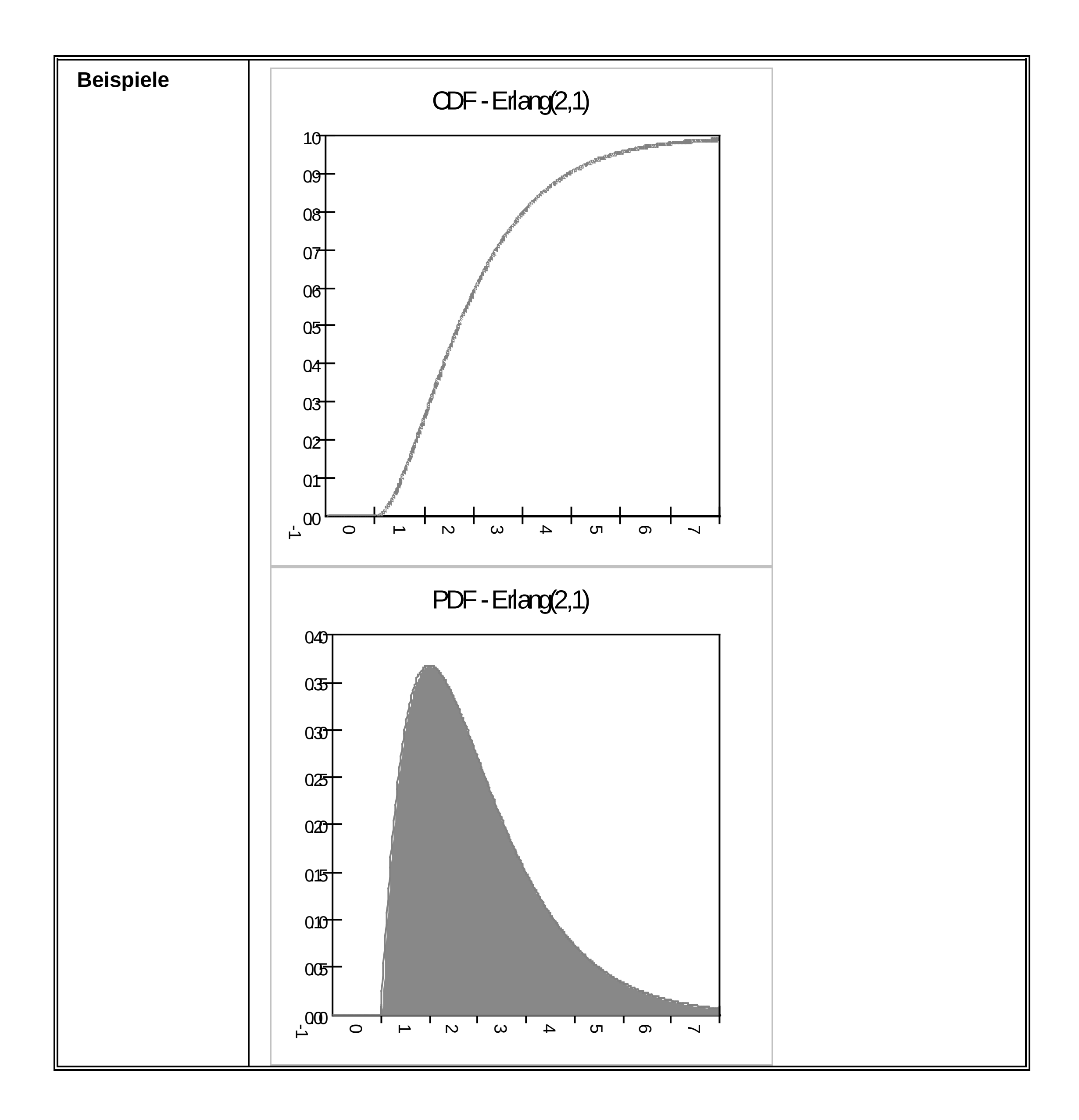
Beispiele


CDF - Erf(1)
10
09
08
07
06
05
04
03
02
01
00
-2.0
-1.5
-1.0
-0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
PDF - Erf(1)
06
05
04
03
02
01
00
-2.0
-1.5
-1.0
-0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0

RiskErlang

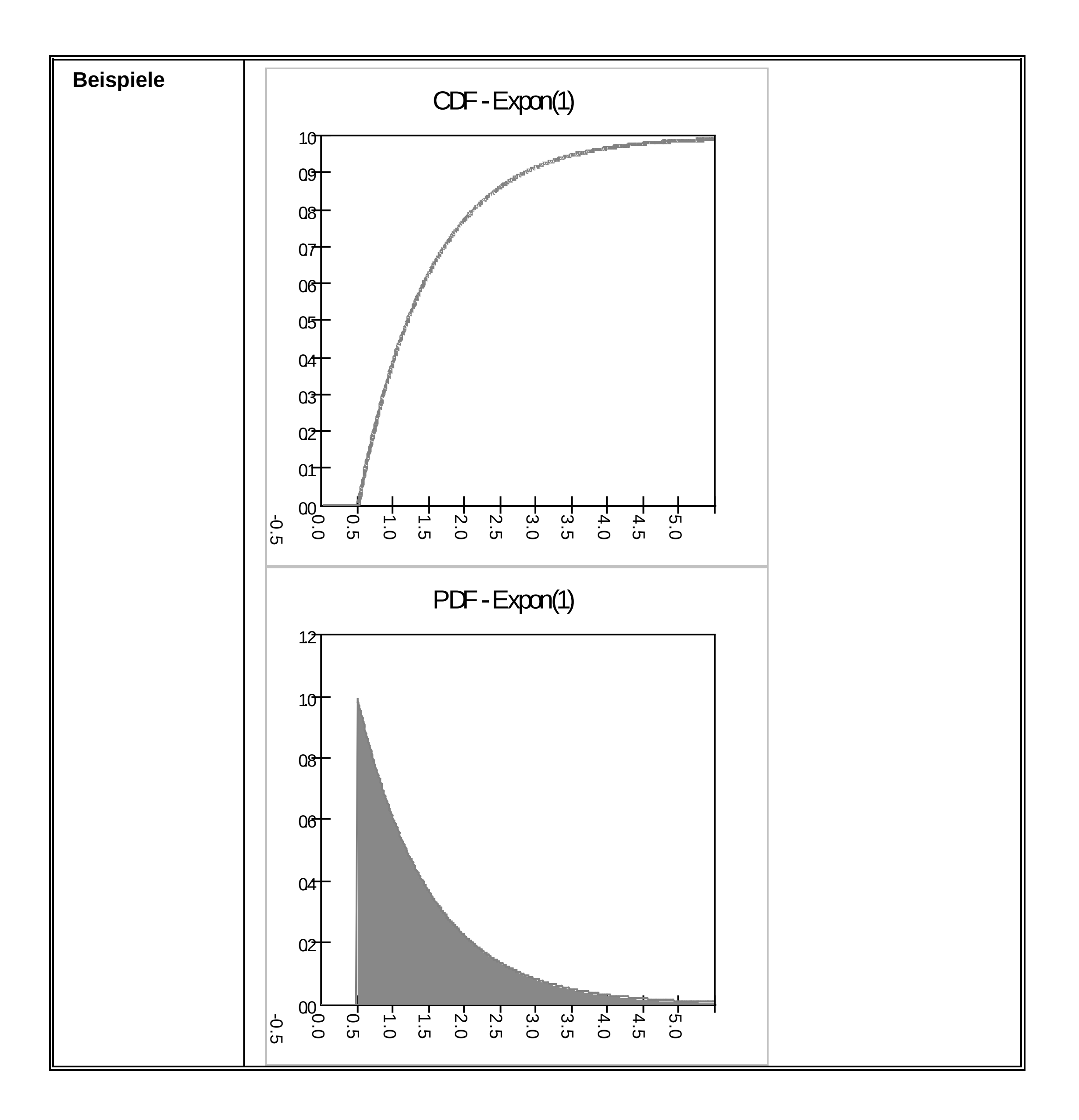
Beschreibung	*RiskErlang*(*m;beta*) ergibt eine *M-Erlang*-Verteilung mit festgelegtem *m*- und *beta*-Wert. *m* ist ein Ganzzahl-Argument für eine Gamma-Verteilung und *beta* ist ein Skalierungsparameter.
Beispiele	**RiskErlang(5;10)** kennzeichnet eine M-Erlang-Verteilung mit einem m-Wert von 5 und einem Skalierungsparameter von 10. **RiskErlang(A1;A2/6,76)** kennzeichnet eine M-Erlang-Verteilung mit einem m-Wert aus Zelle A1 und einem Skalierungsparameter, der dem Wert in Zelle A2 geteilt durch 6,76 entspricht.
Richtlinien	*m* muss ein positiver Ganzzahlwert (Integer) sein. *Beta* muss größer als 0 sein.
Parameter	m Integralformparameter $m > 0$ β kontinuierlicher Skalierungsparameter $\beta > 0$
Domäne	$0 \leq x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{1}{\beta\,(m-1)!}\left(\frac{x}{\beta}\right)^{m-1} e^{-x/\beta}$ $F(x) = \frac{\Gamma_{x/\beta}(m)}{\Gamma(m)} = 1 - e^{-x/\beta}\sum_{i=0}^{m-1}\frac{(x/\beta)^i}{i!}$ wobei Γ die *Gamma*-Funktion und Γ_x die unvollständige *Gamma*-Funktion darstellt.
Mittelwert	$m\beta$
Varianz	$m\beta^2$
Schiefe	$\frac{2}{\sqrt{m}}$
Wölbung	$3 + \frac{6}{m}$
Modus	$\beta(m-1)$

Beispiele



RiskExpon

Beschreibung	***RiskExpon***(*beta*) kennzeichnet eine exponentielle Verteilung mit einem *beta*-Wert. Der Mittelwert der Verteilung ist gleich beta. Diese Verteilung ist das kontinuierliche Gegenstück zur geometrischen Verteilung. Die Exponentialverteilung stellt die Zeit dar, in der auf das erste Auftreten eines Prozesses gewartet wird, der zeitlich kontinuierlich und von beständiger Intensität ist. Diese Verteilung könnte in ähnlichen Anwendungen wie die geometrische Verteilung (z. B. in der Modellierung von Warteschlangen, Wartung und Betriebsstörungen), verwendet werden, leidet in einigen praktischen Anwendungen jedoch darunter, dass von einer beständigen Intensität ausgegangen wird.
Beispiele	**RiskExpon(5)** kennzeichnet eine exponentielle Verteilung mit einem beta-Wert von 5. **RiskExpon(A1)** kennzeichnet eine exponentielle Verteilung mit einem beta-Wert aus Zelle A1.
Richtlinien	*Beta* muss größer als 0 sein.
Parameter	β kontinuierlicher Skalierungsparameter $\beta > 0$
Domäne	$0 \leq x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{e^{-x/\beta}}{\beta}$ $F(x) = 1 - e^{-x/\beta}$
Mittelwert	β
Varianz	β^2
Schiefe	2
Wölbung	9
Modus	0

Beispiele	

CDF - Expon(1)
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
-0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0
PDF - Expon(1)
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0

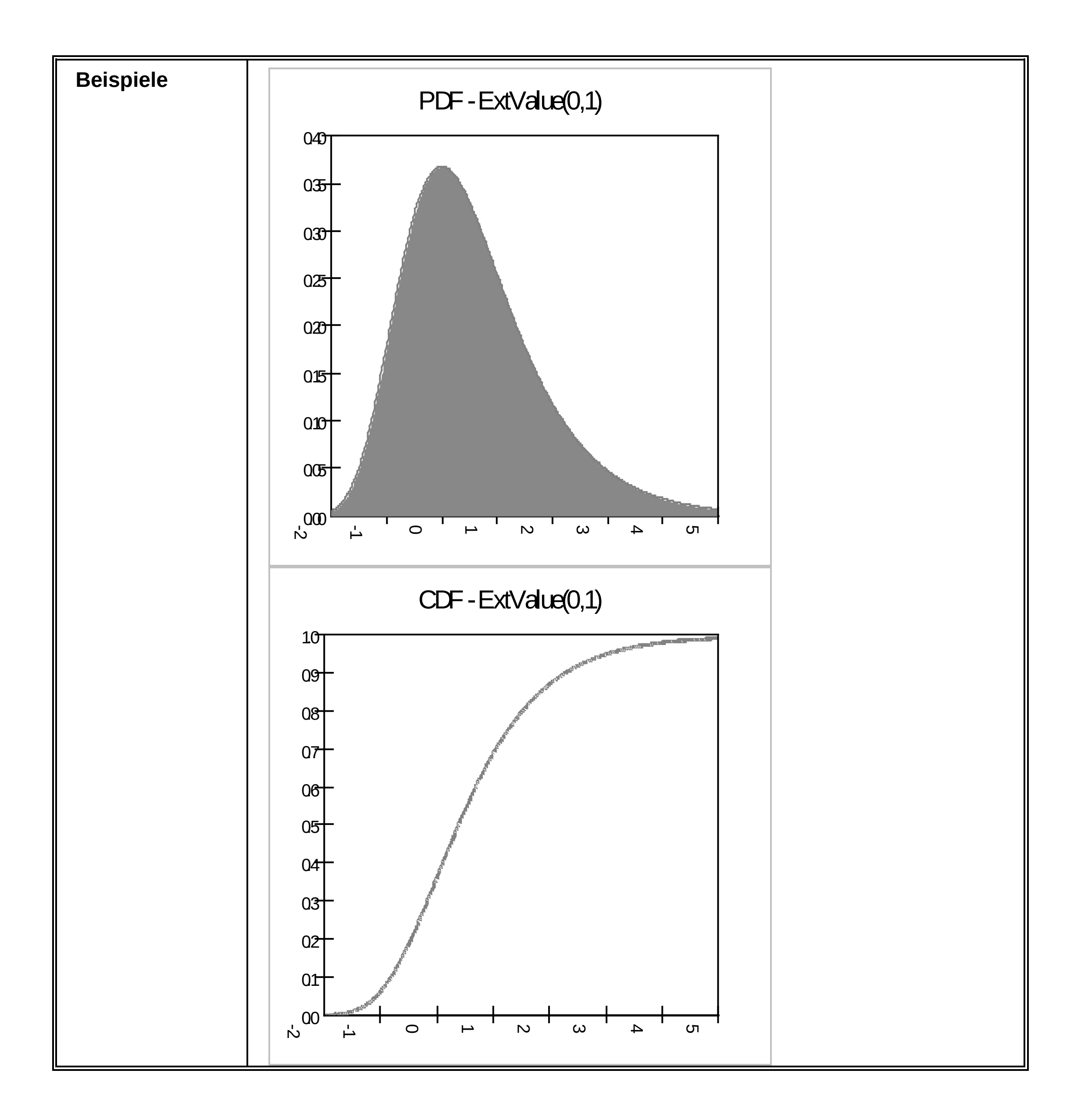
RiskExponAlt, RiskExponAltD

Beschreibung	***RiskExponAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*) kennzeichnet eine Exponentialverteilung mit 2 Parametern (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ),* bei denen es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *beta* oder *loc* handeln kann.
Beispiele	**RiskExponAlt("beta";1;95%;10)** kennzeichnet eine Exponentialverteilung mit einem Beta-Wert von 1 und einem 95. Perzentilwert von 10.
Richtlinien	*Beta* muss größer als 0 sein. Bei Verwendung von **RiskBetaGeneralAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskExtValue

Beschreibung	***RiskExtValue***(*alpha;beta*) kennzeichnet eine Extremwertverteilung mit dem Positionsparameter *alpha* und dem Formparameter *beta*.
Beispiele	**RiskExtvalue(1;2)** kennzeichnet eine Extremwertverteilung, bei der *alpha* = 1 und *beta* = 2 ist. **RiskExtvalue(A1;B1)** kennzeichnet eine Extremwertverteilung mit einem alpha-Wert aus Zelle A1 und einem beta-Wert aus Zelle B1.
Richtlinien	*beta* muss größer als 0 sein.
Parameter	*alpha* kontinuierlicher Positionsparameter *beta* kontinuierlicher Skalierungsparameter *beta* > 0
Domäne	-∞ < x < +∞ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{1}{b}\left(\frac{1}{e^{z+\exp(-z)}}\right)$ $F(x) = \frac{1}{e^{\exp(-z)}}$ wobei $z \equiv \frac{(x-a)}{b}$ wobei a = *alpha*, b = *beta*
Mittelwert	$a + b\Gamma'(1) \approx a + .577b$ wobei Γ'(x) der Differentialquotient der Gamma-Funktion ist.
Varianz	$\frac{\pi^2 b^2}{6}$
Schiefe	$\frac{12\sqrt{6}}{\pi^3}\zeta(3) \approx 1.139547$
Wölbung	5.4
Modus	alpha

Beispiele



RiskExtValueAlt, RiskExtValueAltD

Beschreibung	***RiskExtValueAlt****(Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*) kennzeichnet eine Extremwert-Verteilung mit zwei Argumenten (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *alpha* oder *beta* handeln.
Beispiele	**RiskExtvalueAlt(5%;10;95%;100)** kennzeichnet eine Extremwert-Verteilung mit einem 5. Perzentil von 10 und einem 95. Perzentil von 100.
Richtlinien	*Beta* muss größer als 0 sein. Bei Verwendung von **RiskBetaGeneralAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskExtValueMin

Beschreibung	***RiskExtValueMin***(*alpha;beta*) kennzeichnet eine Extremwert-Minimalverteilung mit dem Positionsparameter *alpha* und dem Formparameter *beta*.
Beispiele	**RiskExtValueMin(1;2)** kennzeichnet eine Extremwert-Minimalverteilung, bei der *alpha* = 1 und *beta* = 2 ist. **RiskExtValueMin (A1;B1)** kennzeichnet eine Extremwert-Minimalverteilung mit einem *alpha*-Wert aus Zelle A1 und einem *beta*-Wert aus Zelle B1.
Richtlinien	*beta* muss größer als 0 sein.
Parameter	*alpha* kontinuierlicher Positionsparameter *beta* kontinuierlicher Skalierungsparameter *beta* > 0
Domäne	-∞ < x < +∞ kontinuierlich
Dichte- und Summenverteilungsfunktionen	$f(x)=\frac{1}{b}\left(e^{z-\exp(-z)}\right)$ $F(x)=1-\exp(-e^{z})$ wobei $z\equiv\frac{(x-a)}{b}$ wobei a = *alpha*, b = *beta*
Mittelwert	$a-b\Gamma'(1)\approx a-.577b$ Syntax: Γ’(x) ist der Differentialquotient der Gamma-Funktion.

Varianz	$\frac{\pi^2 b^2}{6}$
Schiefe	$\frac{-12\sqrt{-6}}{\pi^3}\zeta(-3) \approx -1.139547$
Wölbung	5.4
Modalwert	**a**
Beispiele	PDF - ExtValueMin(0,1) CDF - ExtValueMin(0,1)

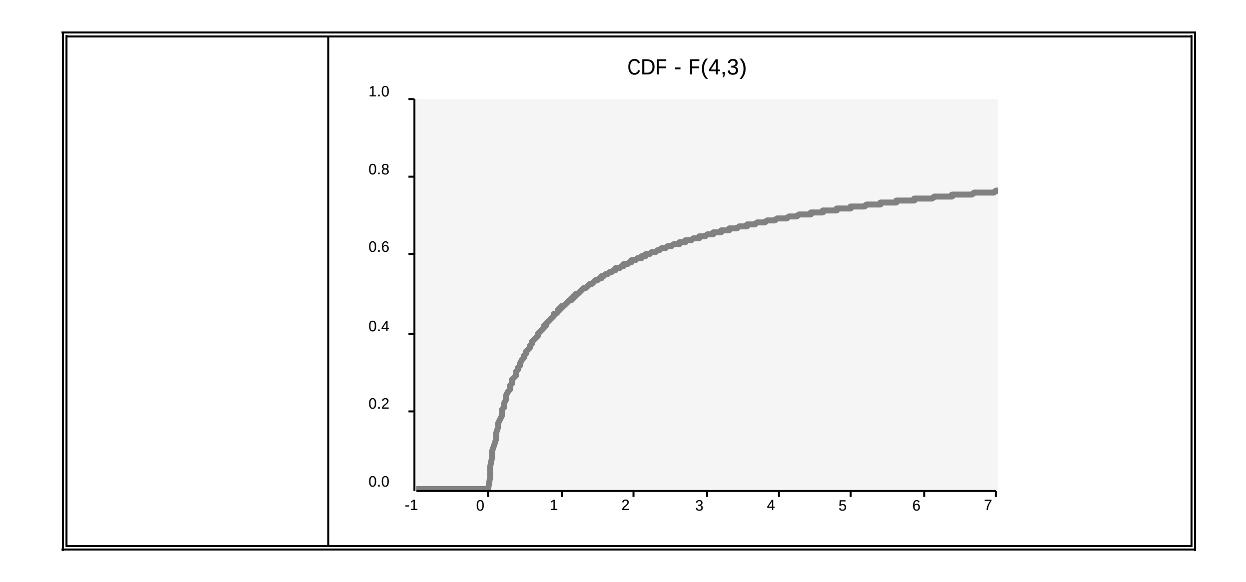
RiskExtValueMinAlt, RiskExtValueMinAltD

Beschreibung	***RiskExtValueMinAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*) kennzeichnet eine Extremwert-Minimalverteilung mit zwei Argumenten (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *alpha* oder *beta* handeln.
Beispiele	**RiskExtValueMinAlt(5%;10;95%;100)** kennzeichnet eine Extremwert-Verteilung mit einem 5. Perzentil von 10 und einem 95. Perzentil von 100.
Richtlinien	*beta* muss größer als 0 sein. Bei Verwendung von **RiskExtValueMinAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskF

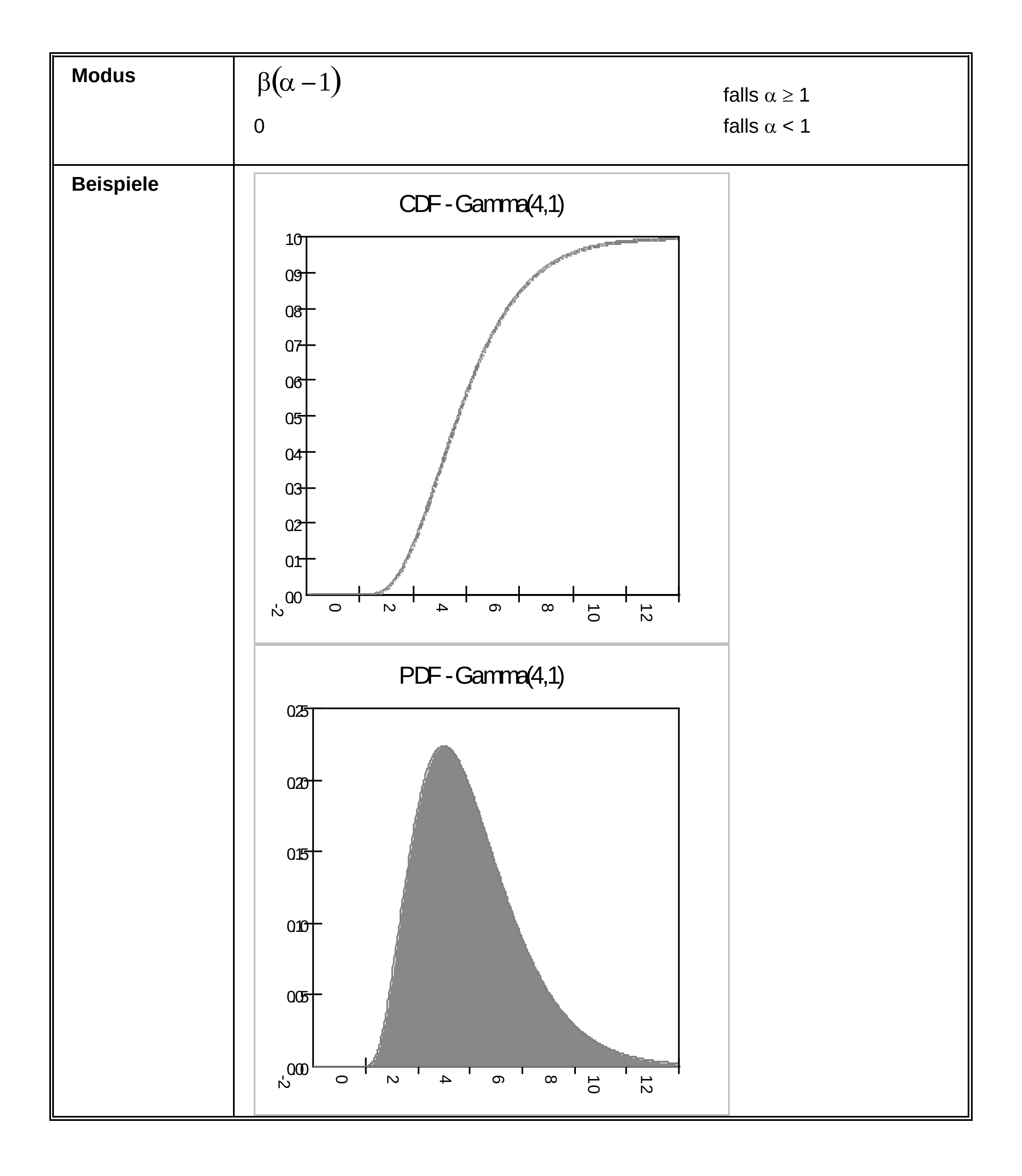
Beschreibung	*RiskF(v1;v2)* kennzeichnet eine F-Verteilung mit den zwei Freiheitsgraden *v1* und *v2.* Die F-Verteilung ist eine asymmetrische Verteilung mit einem Minimalwert von 0, aber keinem Maximalwert. Die Kurve erreicht den Höchstwahrscheinlichkeitspunkt gleich rechts von 0 und nähert sich dann der Horizontalachse, je größer der F-Wert Ist. Die F-Verteilung nähert sich, aber niemals schneidet die Horizontalachse.
Beispiele	***RiskF(1;2)*** kennzeichnet eine F-Verteilung, in der der erste Freiheitsgrad den Wert 1 und der zweite Freiheitsgrad den Wert 2 hat. ***RiskF(C12;C13)*** kennzeichnet eine F-Verteilung, in der der erste Freiheitsgrad einen Wert aus Zelle C12 und der zweite Freiheitsgrad einen Wert aus Zelle C13 hat.
Richtlinien	(keine
Parameter	*v1* erster Freiheitsgrad *v2* zweiter Freiheitsgrad
Domäne	x ≥ 0 kontinuierlich
Dichte- und Summenverteilungsfunktionen	$f(x) = \frac{\left(\frac{\nu_1}{\nu_2}\right)^{\nu_1/2} x^{\frac{\nu_1-2}{2}}}{B(\frac{\nu_1}{2},\frac{\nu_2}{2})\left[1+\frac{\nu_1}{\nu_2}x\right]^{\frac{\nu_1+\nu_2}{2}}}$ $F(x) = I_{1+\frac{\nu_2}{\nu_1 x+\nu_2}}\left(\frac{\nu_1}{2},\frac{\nu_2}{2}\right)$ Syntax: *B* stellt die *Beta*-Funktion und *I* die geregelte unvollständige *Beta*-Funktion dar.
Mittelwert	$\frac{\nu_2}{\nu_2-2}$ für $\nu_2 > 2$
Varianz	$\frac{2\nu_2^2(\nu_1+\nu_2-2)}{\nu_1(\nu_2-2)^2(\nu_2-4)}$ für $\nu_2 > 4$

Schiefe	$\frac{(2\nu_1 + \nu_2 - 2)}{(\nu_2 - 6)} \sqrt{\frac{8(\nu_2 - 4)}{\nu_1(\nu_1 + \nu_2 - 2)}}$ für $\nu_2 > 6$
Wölbung	$3 + 12\left[\frac{(\nu_2 - 2)^2(\nu_2 - 4) + \nu_1(\nu_1 + \nu_2 - 2)(5\nu_2 - 22)}{\nu_1(\nu_2 - 6)(\nu_2 - 8)(\nu_1 + \nu_2 - 2)}\right]$ für $\nu_2 > 8$
Modalwert	$\frac{\nu_2(\nu_1 - 2)}{\nu_1(\nu_2 + 2)}$ für $\nu_1 > 2$ 0 für $\nu_1 \leq 2$
Beispiele	PDF - F(4,3) 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0.0 -1 0 1 2 3 4 5 6 7


CDF - F(4,3)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-1
0
1
2
3
4
5
6
7

RiskGamma

Beschreibung	***RiskGamma***(*alpha;beta*) kennzeichnet eine Gamma-Verteilung, die den Formparameter *alpha* und den Skalierungsparameter *beta* verwendet. Die Gamma-Verteilung ist das zeitmäßig kontinuierliche Äquivalent der negativen Binomial-Verteilung, d. h. sie stellt die Verteilung von Zwischenankunftszeiten für mehrere Ereignisse aus einem Poisson-Prozess dar. Gamma kann auch die Verteilung von möglichen Werten für die Intensität eines Poisson-Prozesses darstellen, wenn entsprechende Beobachtungen des Prozesses gemacht wurden.
Beispiele	**RiskGamma(1;1)** kennzeichnet eine Gamma-Verteilung mit einem Formparameter von 1 und einem Skalierungsparameter von 1. **RiskGamma(C12;C13)** kennzeichnet eine Gamma-Verteilung mit einem Formparameterwert aus Zelle C12 und einem Skalierungsparameterwert aus Zelle C13.
Richtlinien	Sowohl *alpha* als auch *beta* muss größer als 0 sein.
Parameter	α kontinuierlicher Formparameter $\alpha > 0$ β kontinuierlicher Skalierungsparameter $\beta > 0$
Domäne	$0 < x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{1}{\beta\Gamma(\alpha)}\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha-1} e^{-x/\beta}$ $F(x) = \frac{\Gamma_{x/\beta}(\alpha)}{\Gamma(\alpha)}$ wobei Γ die *Gamma*-Funktion und Γ_x die unvollständige *Gamma*-Funktion darstellt.
Mittelwert	$\beta\alpha$
Varianz	$\beta^2\alpha$
Schiefe	$\frac{2}{\sqrt{\alpha}}$
Wölbung	$3+\frac{6}{\alpha}$

Modus	$\beta(\alpha-1)$ 0	falls $\alpha \geq 1$ falls $\alpha < 1$
Beispiele		

RiskGammaAlt, RiskGammaAltD

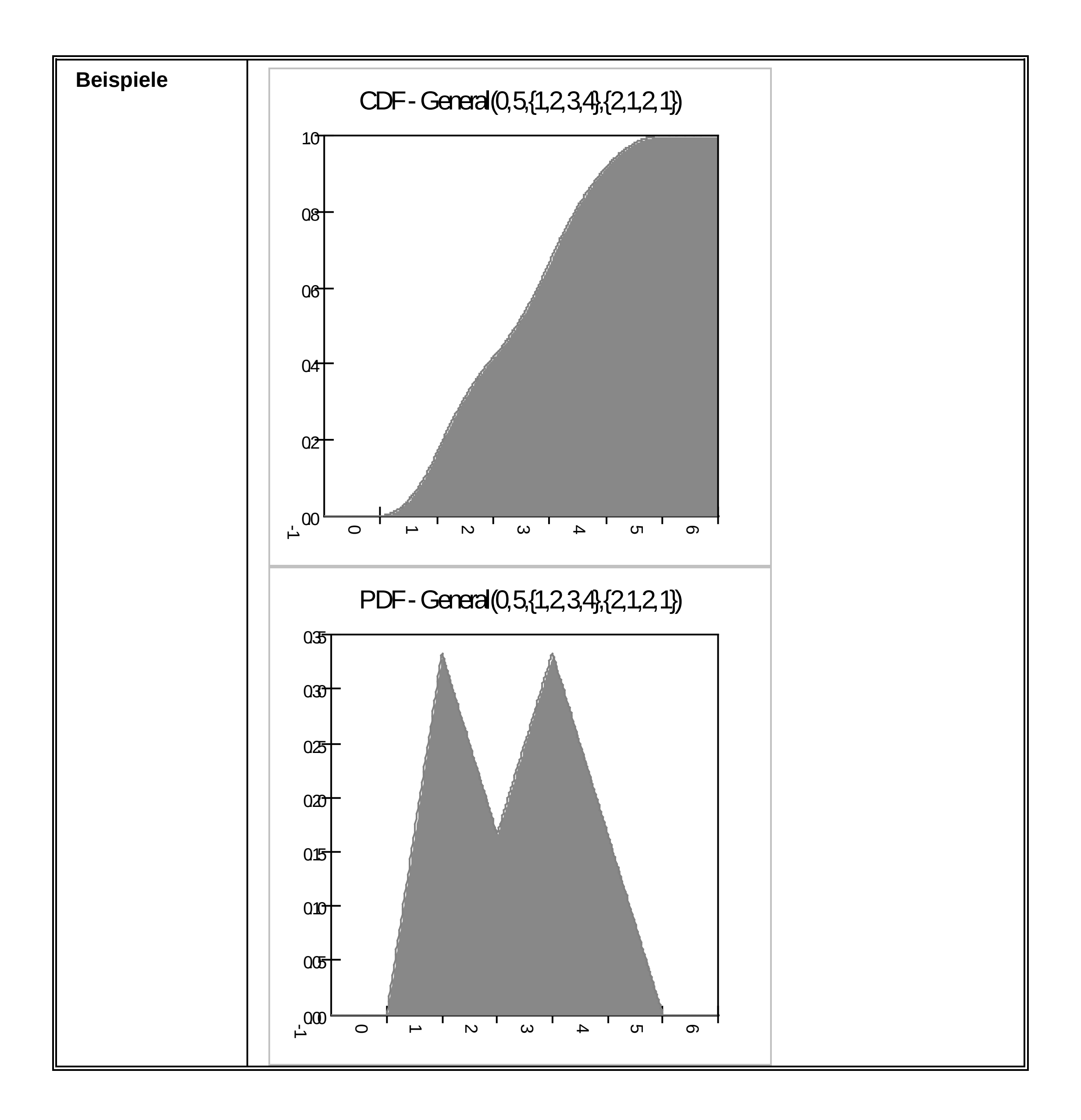
Beschreibung	***RiskGammaAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*) kennzeichnet eine Gamma-Verteilung mit drei Argumenten (*Arg1-Typ* bis *Arg3-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *alpha* oder *beta* handeln.
Beispiele	***RiskGammaAlt("alpha";1;"beta";5;95%;10)*** kennzeichnet eine Gamma-Verteilung, bei der der Formparameter den Wert 1, der Skalierungsparameter den Wert 5 und das 95. Perzentil den Wert 10 hat.
Richtlinien	Sowohl *alpha* als auch *beta* muss größer als 0 sein. Bei Verwendung von ***RiskBetaGeneralAltD*** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskGeneral

Beschreibung	Durch ***RiskGeneral***(*Minimum;Maximum;{X1;X2;...;Xn};{p1;p2;...;pn}*) wird eine verallgemeinerte Wahrscheinlichkeitsverteilung erstellt, und zwar auf Basis einer über die angegebenen (*X;p*)-Paare generierten Dichtekurve. Jedes Paar hat einen Wert *X* und einen Wahrscheinlichkeitsfaktor *p*, durch den die relative Höhe der Wahrscheinlichkeitskurve an diesem *X*-Wert angegeben wird. In @RISK werden die Bewertungsfaktoren p dadurch normiert, dass sie bei der Probenerhebung zur Bestimmung der tatsächlichen Wahrscheinlichkeiten verwendet werden.
Beispiele	***RiskGeneral(0;10;{2;5;7;9};{1;2;3;1})*** kennzeichnet eine verallgemeinerte Wahrscheinlichkeitsverteilungs-Dichtefunktion mit vier Punkten. Die Verteilungsbereich reicht von 0 bis 10 mit vier auf der Kurve angegebenen Punkten (2,5,7 und 9). Die Höhe der Kurve hat bei 2 den Wert 1, bei 5 den Wert 2, bei 7 den Wert 3 und bei 9 den Wert 1. Die Kurve schneidet die X-Achse bei 0 und 10. ***RiskGeneral(100;200;A1:C1;A2:C2)*** kennzeichnet eine verallgemeinerte Wahrscheinlichkeitsverteilung mit drei Datenpunkten und einem Bereich von 100 bis 200. Die erste Zeile des Arbeitsblatts (A1 bis C1) enthält den Wert X der einzelnen Datenpunkte, während die zweite Zeile (A2 bis C2) den Wert p für die drei Verteilungspunkte enthält. Wenn Zellbereiche in einer Funktion als Matrixeinträge verwendet werden, sind keine Klammern erforderlich.
Richtlinien	Die Wahrscheinlichkeitsfaktoren *p* müssen größer als oder gleich 0 sein. Die Summe aller Bewertungsfaktoren muss größer als 0 sein. Die *X*-Werte müssen in steigender Folge eingegeben werden und müssen sich innerhalb des Minimum-Maximum-Bereiches der Verteilung bewegen. Das *Minimalwert* muss geringer als der *Maximalwert* sein.
Parameter	min — kontinuierlicher Parameter, min < max max — kontinuierlicher Parameter $\{x\} = \{x_1, x_2, \ldots, x_N\}$ — Matrix aus kontinuierlichen Parametern, $\min \le x_i \le \max$ $\{p\} = \{p_1, p_2, \ldots, p_N\}$ — Matrix aus kontinuierlichen Parametern, $p_i \ge 0$
Domäne	$\min \le x \le \max$ — kontinuierlich

Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$$f(x) = p_i + \left[\frac{x - x_i}{x_{i+1} - x_i}\right](p_{i+1} - p_i)$$ für $x_i \le x \le x_{i+1}$ $$F(x) = F(x_i) + (x - x_i)\left[p_i + \frac{(p_{i+1} - p_i)(x - x_i)}{2(x_{i+1} - x_i)}\right]$$ für $x_i \le x \le x_{i+1}$ Voraussetzungen: Die Matrizen sind von links nach rechts angeordnet Die *{p}*-Matrix wurde normiert, um den allgemeinen Verteilungseinheitsbereich zu ergeben. Der Index reicht von 0 bis N+1 und hat zwei zusätzliche Elemente: $x_0 \equiv$ min, $p_0 \equiv 0$ und $x_{N+1} \equiv$ max, $p_{N+1} \equiv 0$
Mittelwert	*Keine geschlossene Form*
Varianz	*Keine geschlossene Form*
Schiefe	*Keine geschlossene Form*
Wölbung	*Keine geschlossene Form*
Modus	*Keine geschlossene Form*

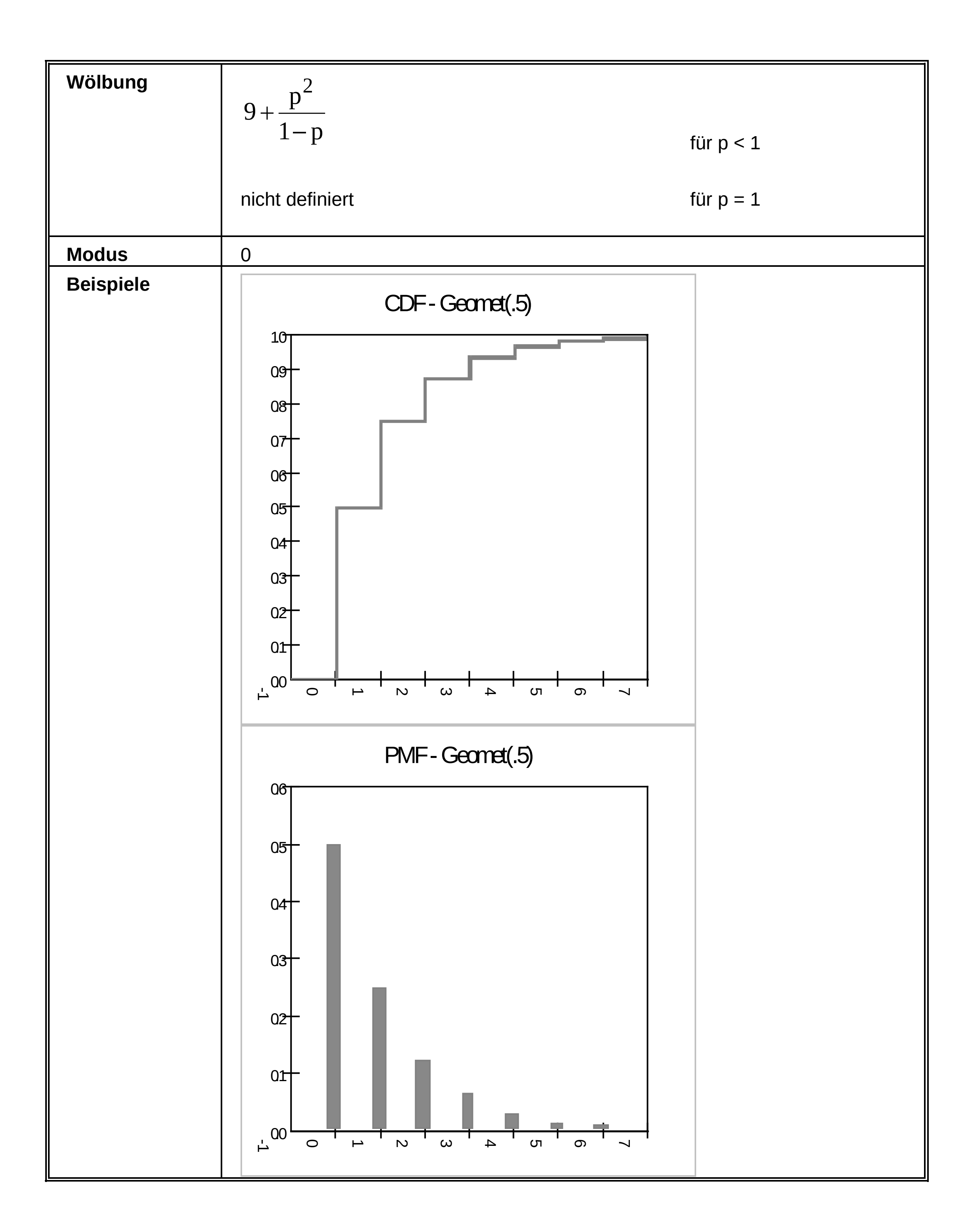
Beispiele



CDF - General(0,5,{1,2,3,4},{2,1,2,1})
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-1
0
1
2
3
4
5
6
PDF - General(0,5,{1,2,3,4},{2,1,2,1})
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
-1
0
1
2
3
4
5
6

RiskGeomet

Beschreibung	***RiskGeomet***(*p*) erstellt eine geometrische Verteilung mit einer Wahrscheinlichkeit von *p*. Der zurückgegebene Wert stellt bei einer Reihe von unabhängigen Versuchen die Anzahl der Fehler vor einem Erfolg dar. Jeder Versuch hat eine Erfolgswahrscheinlichkeit von *p*. Bei der geometrischen Verteilung handelt es sich um eine diskontinuierliche Verteilung, bei der nur Ganzzahlwerte (Integer) größer als oder gleich 0 zurückgegeben werden. Diese Verteilung entspricht der Ungewissheit über die Anzahl an Binomial-Versuchen, die erforderlich wären, um ein Ereignis von gegebener Wahrscheinlichkeit zum ersten Mal auftreten zu lassen. Beispiele: Verteilung, um festzustellen, wie oft eine Münze hochgeworfen werden muss, um mit dem Kopf nach oben zu landen, oder wie oft beim Roulette auf eine bestimmte Nummer gesetzt werden muss, bevor diese gewinnt. Diese Verteilung kann auch für die grundlegende Wartungsmodellierung verwenden werden, z. B. um herauszufinden, wie viele Monate es durchschnittlich dauert, bis bei einem Auto eine Panne auftritt. Da jedoch bei dieser Verteilung mit einer konstanten Pannenwahrscheinlichkeit pro Versuch gearbeitet wird, werden in diesem Fall oft auch andere Modelle verwendet, d. h. Modelle, in denen die Wahrscheinlichkeit von Pannen mit dem Alter des Autos zunimmt.
Beispiele	**RiskGeomet(0,25)** kennzeichnet eine geometrische Verteilung mit einer 25%igen Erfolgswahrscheinlichkeit pro Versuch. **RiskGeomet(A18)** kennzeichnet eine geometrische Verteilung, bei der die Erfolgswahrscheinlichkeit pro Versuch dem Wert in Zelle A18 entspricht.
Richtlinien	Die Wahrscheinlichkeit von *p* muss größer als 0 und kleiner oder gleich 1 sein.
Parameter	p — kontinuierliche Erfolgswahrscheinlichkeit — $0 < p \le 1$
Domäne	$0 \le x < +\infty$ — diskontinuierliche Ganzzahlen
Mengen- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = p(1-p)^x$ $F(x) = 1-(1-p)^{x+1}$
Mittelwert	$\frac{1}{p}-1$
Varianz	$\frac{1-p}{p^2}$
Schiefe	$\frac{(2-p)}{\sqrt{1-p}}$ für p < 1 nicht definiert für p = 1



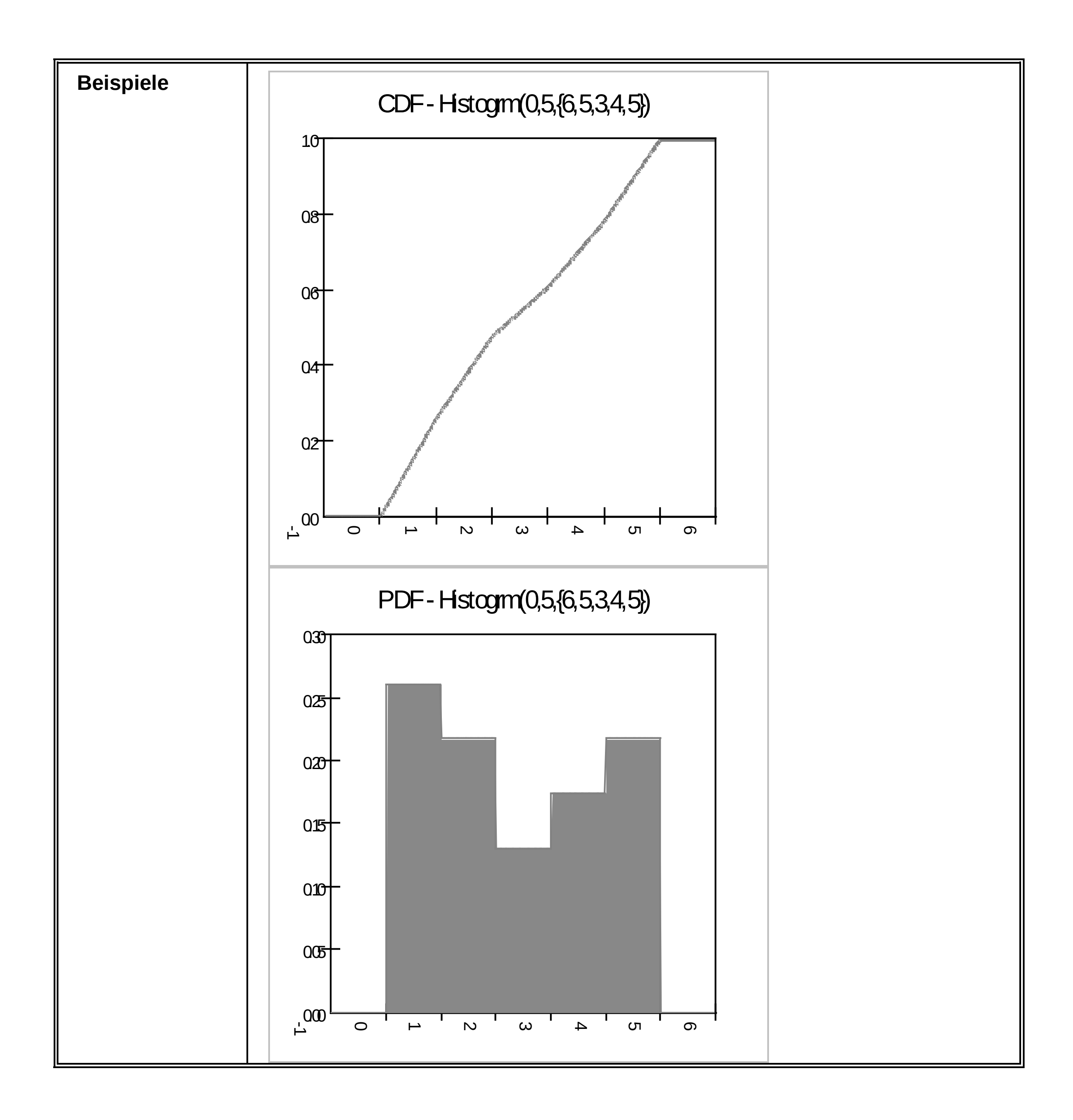
Wölbung	$9+\frac{p^2}{1-p}$ für p < 1 nicht definiert für p = 1
Modus	0
Beispiele	

RiskHistogrm

Beschreibung	***RiskHistogrm***(*Minimum;Maximum;{p1;p2;...;pn}*) kennzeichnet eine benutzerdefinierte Histogramm-Verteilung mit einem durch die Werte *Minimum* und *Maximum* definierten Bereich. Dieser Bereich ist in *n* Klassen unterteilt. Jede Klasse hat den Bewertungsfaktor *p*, aus dem die Auftretenswahrscheinlichkeit des Wertes innerhalb der Klasse hervorgeht. Diese Bewertungsfaktoren können aus beliebigen Werten bestehen. Von Wichtigkeit ist nur die Bewertung der Klasse im Verhältnis zu anderen Klassen. Das bedeutet, dass die Summe aller Bewertungsfaktoren nicht unbedingt 100% ist. In @RISK werden die Klassenwahrscheinlichkeiten dadurch normiert, dass alle gegebenen Bewertungsfaktoren summiert und die einzelnen Faktoren anschließend durch diese Summe dividiert werden.
Beispiele	**RiskHistogrm(10;20;{1;2;3;2;1})** kennzeichnet ein Histogramm mit einem Minimalwert von 10 und einem Maximalwert von 20. Dieser Bereich ist in 5 Klassen gleicher Länge unterteilt, da es sich um 5 Wahrscheinlichkeitswerte handelt. Die Wahrscheinlichkeitsfaktoren bestehen aus den Argumenten 1, 2, 3, 2 und 1. Die tatsächlichen Wahrscheinlichkeitswerte, die diesen Bewertungsfaktoren entsprechen würden, sind 11,1% (1/9), 22,2% (2/9), 33,3% (3/9), 22,2% (2/9) und 11,1% (1/9). Diese Werte werden dann durch 9 dividiert, um die Summe auf 100% zu bringen. **RiskHistogrm(A1;A2;B1:B3)** kennzeichnet ein Histogramm mit einem Minimalwert aus Zelle A1 und einem Maximalwert aus Zelle A2. Dieser Bereich ist in drei Klassen gleicher Länge unterteilt, da es sich um drei Wahrscheinlichkeitswerte handelt. Die Wahrscheinlichkeitsfaktoren stammen aus den Zellen B1 bis B3.
Richtlinien	Die Bewertungsfaktoren *p* müssen größer als oder gleich 0 sein und die Summe aller Bewertungsfaktoren muss größer als 0 sein.
Parameter	min — kontinuierlicher Parameter min < max * max — kontinuierlicher Parameter $\{p\} = \{p_1, p_2, \ldots, p_N\}$ — Matrix aus kontinuierlichen Parametern $p_i \geq 0$ * *min* = *max* kann zwar zum Modellieren verwendet werden, ergibt jedoch eine entartete Verteilung.
Domäne	$min \leq x \leq max$ — kontinuierlich

Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = p_i$ für $x_i \le x < x_{i+1}$ $F(x) = F(x_i) + p_i\left(\frac{x - x_i}{x_{i+1} - x_i}\right)$ für $x_i \le x \le x_{i+1}$ $x_i \equiv \min + i\left(\frac{\max - \min}{N}\right)$ Hier wurde die *{p}*-Matrix normiert, um den Histogramm-Einheitsbereich zu ergeben.
Mittelwert	*Keine geschlossene Form*
Varianz	*Keine geschlossene Form*
Schiefe	*Keine geschlossene Form*
Wölbung	*Keine geschlossene Form*
Modus	*Nicht eindeutig definiert*

Beispiele

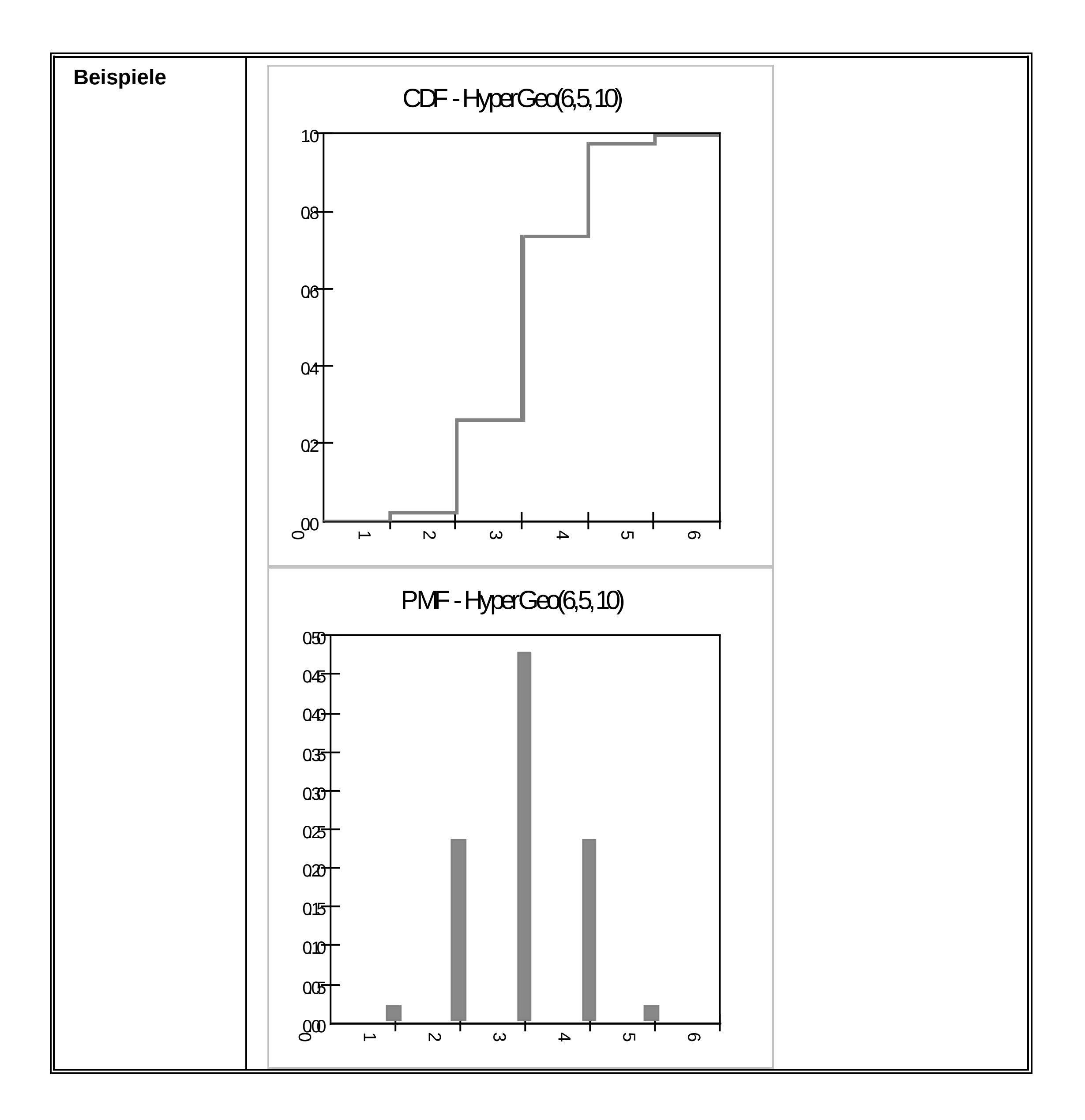


RiskHypergeo

Beschreibung	***RiskHypergeo***(*n;D;M*) kennzeichnet eine hypergeometrische Verteilung mit einer Werteprobengröße von *n*, mit *D* Elementen eines bestimmten Typs und einer Populationsgröße von *M*. Bei der hypergeometrischen Verteilung handelt es sich um eine diskontinuierliche Verteilung, die nur positive Ganzzahlwerte (Integer) zurückgibt.
Beispiele	Durch **RiskHypergeo(50;10;1000)** wird eine hypergeometrische Verteilung zurückgegeben, die mit einer Werteprobengröße von 50, mit 10 Elementen des entsprechenden Typs und mit einer Populationsgröße von 1000 erstellt worden ist. Durch **RiskHypergeo(A6;A7;A8)** wird dagegen eine hypergeometrische Verteilung zurückgegeben, die mit einer Werteprobengröße aus Zelle A6, Elementen aus Zelle A7 und einer Populationsgröße aus Zelle A8 erstellt worden ist.
Richtlinien	Bei allen Argumenten, d. h. bei *n*, *D* und *M*, muss es sich um positive Ganzzahlwerte (Integer) handeln. Die Werteprobe *n* muss kleiner als oder gleich der Populationsgröße *M* sein. Der Wert *D* (Anzahl der Elemente) muss kleiner als oder gleich der Populationsgröße *M* sein.
Parameter	n Anzahl der Werteprobenerhebungen Ganzzahl $0 \le n \le M$ D Anzahl der markierten Elemente Ganzzahl $0 \le D \le M$ M Gesamtanzahl der Elemente Ganzzahl $M \ge 0$
Domäne	$\max(0;n+D-M) \le x \le \min(n;D)$ diskontinuierliche Ganzzahlen
Mengen- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{\binom{D}{x}\binom{M-D}{n-x}}{\binom{M}{n}}$ $F(x) = \sum_{i=1}^{x} \frac{\binom{D}{x}\binom{M-D}{n-x}}{\binom{M}{n}}$

Mittelwert	$\frac{nD}{M}$	für M > 0
	0	für M = 0
Varianz	$\frac{nD}{M^2}\left[\frac{(M-D)(M-n)}{(M-1)}\right]$	für M>1
	0	für M = 1
Schiefe	$\frac{(M-2D)(M-2n)}{M-2}\sqrt{\frac{M-1}{nD(M-D)(M-n)}}$	für M>2, M>D>0, M>n>0
	nicht definiert	andernfalls
Wölbung	$\frac{M^2(M-1)}{n(M-2)(M-3)(M-n)}\left[\frac{M(M+1)-6n(M-n)}{D(M-D)}+\frac{3n(M-n)(M+6)}{M^2}-6\right]$	für M>3, M>D>0, M>n>0
	nicht definiert	andernfalls
Modus	(bimodal) x_m und x_m-1	falls x_m eine Ganzzahl ist
	(unimodal) größte Ganzzahl kleiner als x_m	andernfalls
	wobei $x_m \equiv \frac{(n+1)(D+1)}{M+2}$	

Beispiele

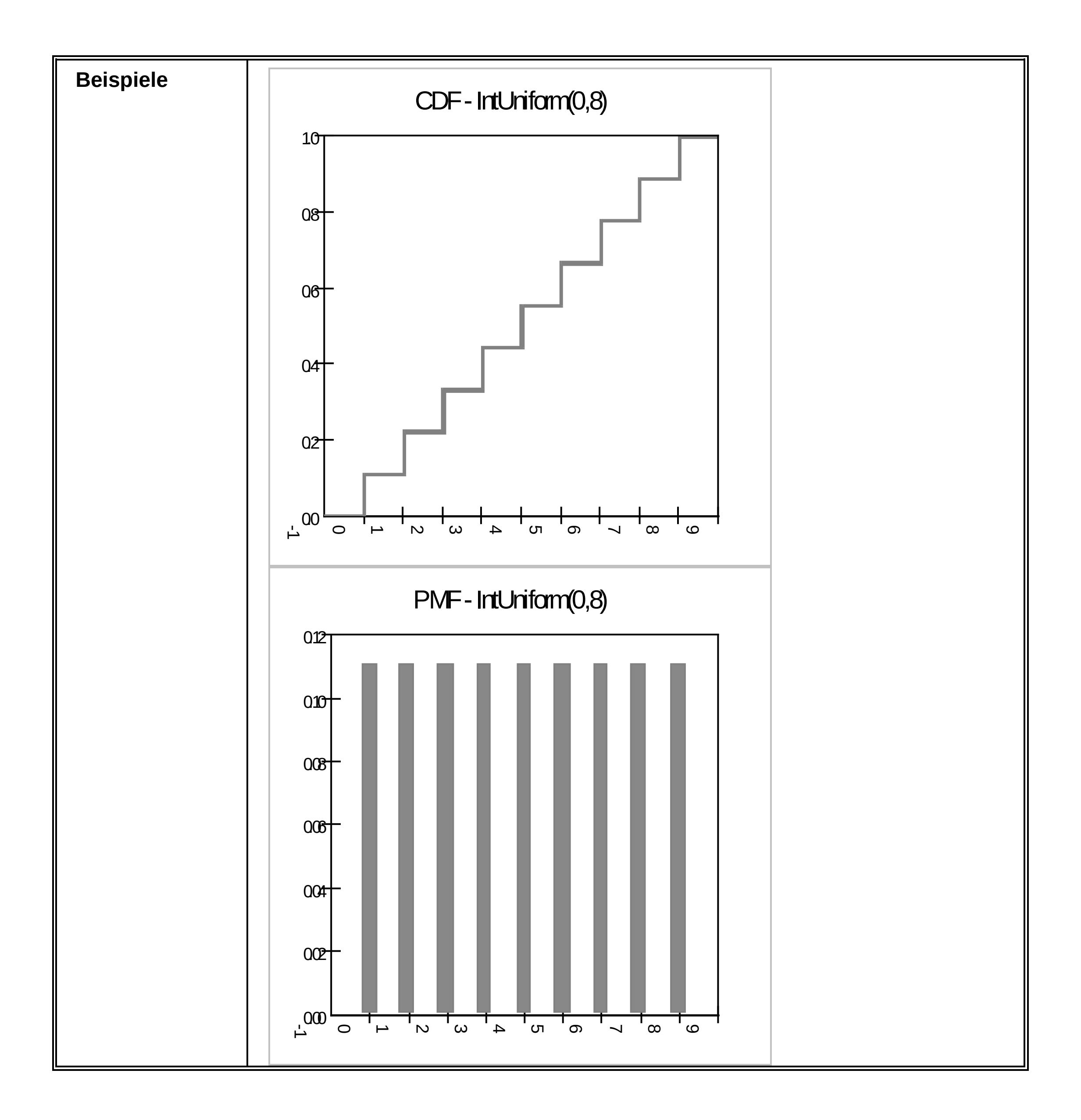


CDF - HyperGeo(6,5,10)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
1
2
3
4
5
6
PMF - HyperGeo(6,5,10)
0.50
0.45
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
0
1
2
3
4
5
6

RiskIntUniform

Beschreibung	***RiskIntUniform***(*Minimum;Maximum*) kennzeichnet eine (uniform) Wahrscheinlichkeitsgleichverteilung mit einem *Minimal*- und einem *Maximalwert*. Nur Ganzzahlwerte (Integer) können im Bereich der (uniform) Gleichverteilung auftreten und alle diese Werte haben die gleiche Auftretenswahrscheinlichkeit.
Beispiele	**RiskIntUniform(10;20)** kennzeichnet eine (uniform) Gleichverteilung mit einem Minimalwert von 10 und einem Maximalwert von 20. **RiskIntUniform(A1+90;B1)** kennzeichnet eine (uniform) Gleichverteilung mit einem Minimalwert, der dem Wert in Zelle A1 plus 90 entspricht, und einem Maximalwert aus Zelle B1.
Richtlinien	Das *Minimalwert* muss geringer als der *Maximalwert* sein.
Parameter	min Diskontinuierlicher Begrenzungsparameter min < max max Diskontinuierliche Begrenzungswahrscheinlichkeit
Domäne	min ≤ x ≤ max diskontinuierliche Ganzzahlen
Mengen- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{1}{max - min + 1}$ $F(x) = \frac{x - min + 1}{max - min + 1}$
Mittelwert	$\frac{min + max}{2}$
Varianz	$\frac{\Delta(\Delta + 2)}{12}$ Syntax: Δ≡(*max-min*)
Schiefe	0
Wölbung	$\left(\frac{9}{5}\right) \cdot \left(\frac{n^2 - 7/3}{n^2 - 1}\right)$ Syntax: n≡(*max-min+1*)
Modus	nicht eindeutig definiert

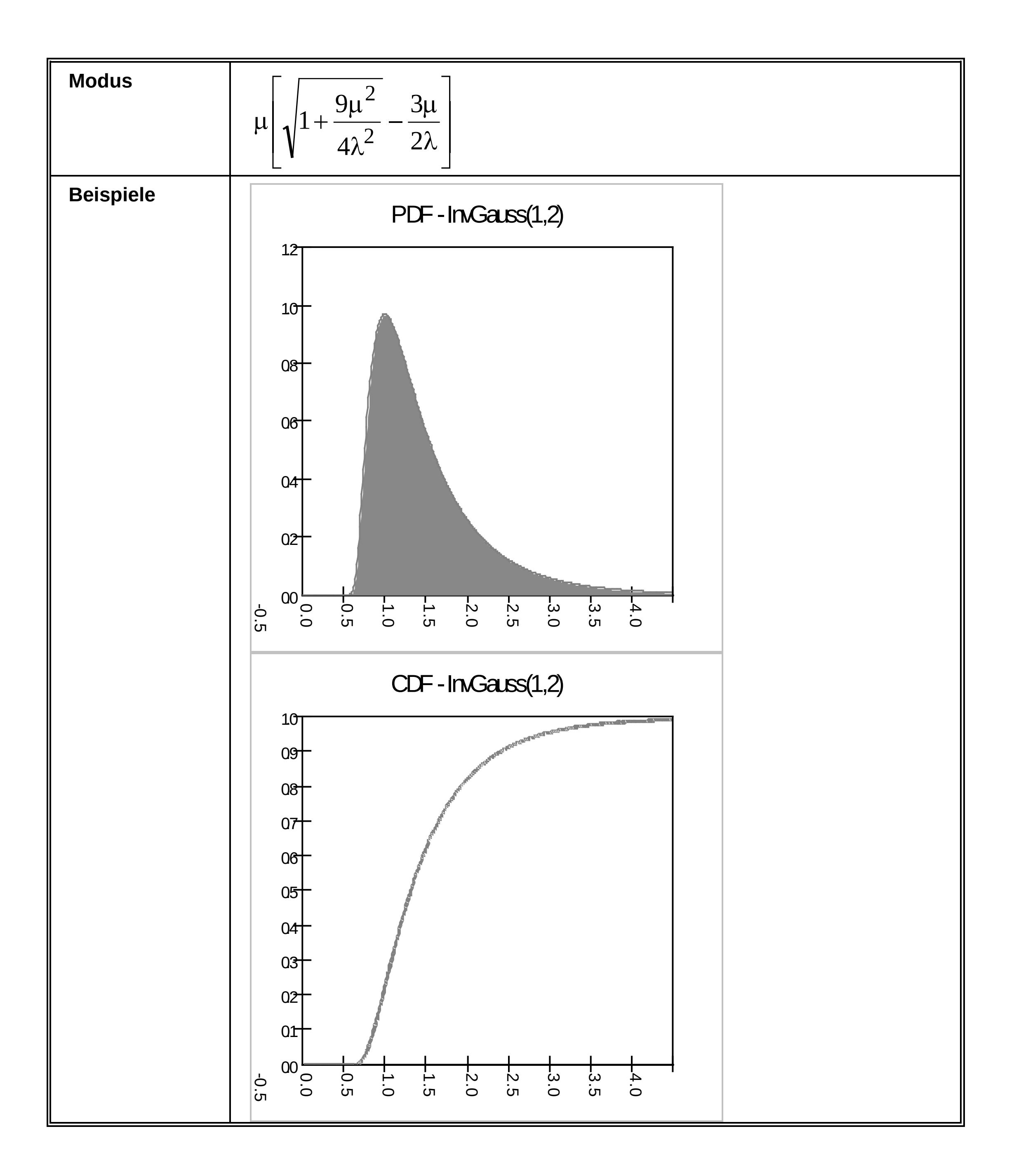
Beispiele



CDF - IntUniform(0,8)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-1
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
PMF - IntUniform(0,8)
0.12
0.10
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00
-1
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

RiskInvgauss

Beschreibung	**RiskInvgauss**(*mu;lambda*) kennzeichnet eine inverse Gaußsche Verteilung mit dem Mittelwert *mu* und dem Formparameter *lambda*.
Beispiele	Durch **RiskInvgauss(5;2)** wird eine inverse Gaußsche Verteilung mit einem mu-Wert von 5 und einem lambda-Wert von 2 zurückgegeben. Durch **RiskInvgauss(B5;B6)** wird eine inverse Gaußsche Verteilung mit einem mu-Wert aus Zelle B5 und einem lambda-Wert aus Zelle B6 zurückgegeben.
Richtlinien	*Mu* muss größer als 0 sein. *Lambda* muss größer als 0 sein.
Parameter	μ kontinuierlicher Parameter $\mu > 0$ λ kontinuierlicher Parameter $\lambda > 0$
Domäne	$x > 0$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \sqrt{\frac{\lambda}{2\pi x^3}}\; e^{-\left[\frac{\lambda(x-\mu)^2}{2\mu^2 x}\right]}$ $F(x) = \Phi\left[\sqrt{\frac{\lambda}{x}}\left(\frac{x}{\mu}-1\right)\right] + e^{2\lambda/\mu}\,\Phi\left[-\sqrt{\frac{\lambda}{x}}\left(\frac{x}{\mu}+1\right)\right]$ Syntax: $\Phi(z)$ ist die Summenverteilungsfunktion einer Normalverteilung(0;1), die auch Laplace-Gauss-Integral genannt wird
Mittelwert	μ
Varianz	$\frac{\mu^3}{\lambda}$
Schiefe	$3\sqrt{\frac{\mu}{\lambda}}$
Wölbung	$3+15\frac{\mu}{\lambda}$

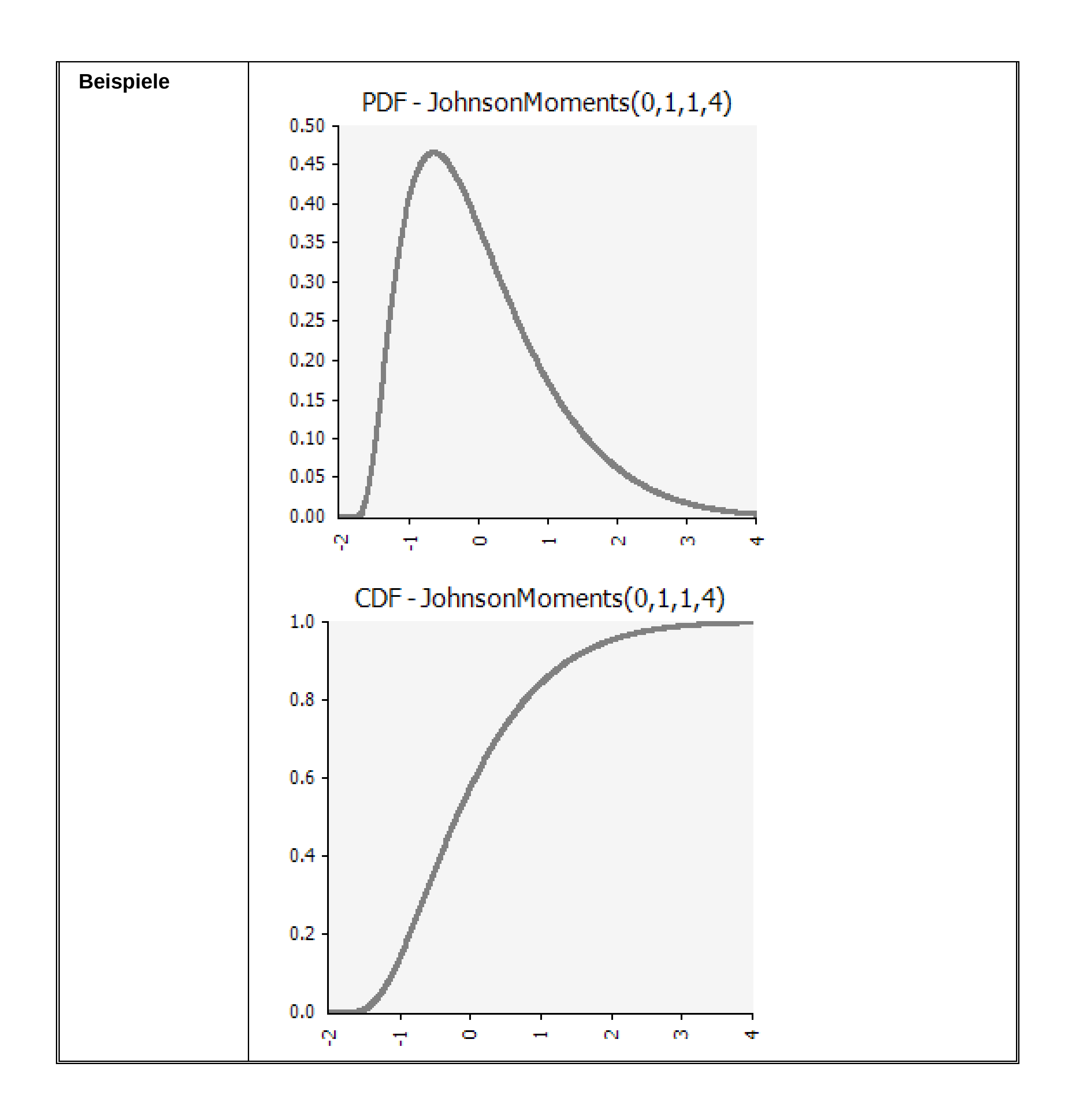
Modus	$\mu\left[\sqrt{1+\frac{9\mu^2}{4\lambda^2}}-\frac{3\mu}{2\lambda}\right]$
Beispiele	

RiskInvgaussAlt, RiskInvgaussAltD

Beschreibung	***RiskInvgaussAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*) kennzeichnet eine inverse Gaußsche Verteilung mit drei Argumenten (*Arg1-Typ* bis *Arg3-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *mu*, *lambda* oder *loc* handeln.
Beispiele	**RiskInvgaussAlt("mu";10;5%;1;95%;25)** gibt eine inverse Gaußsche Verteilung mit einem *mu*-Wert von 10, einem 5. Perzentil von 1 und einem 95. Perzentil von 25 zurück.
Richtlinien	*Mu* muss größer als 0 sein. *Lambda* muss größer als 0 sein. Bei Verwendung von **RiskBetaGeneralAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskJohnsonMoments

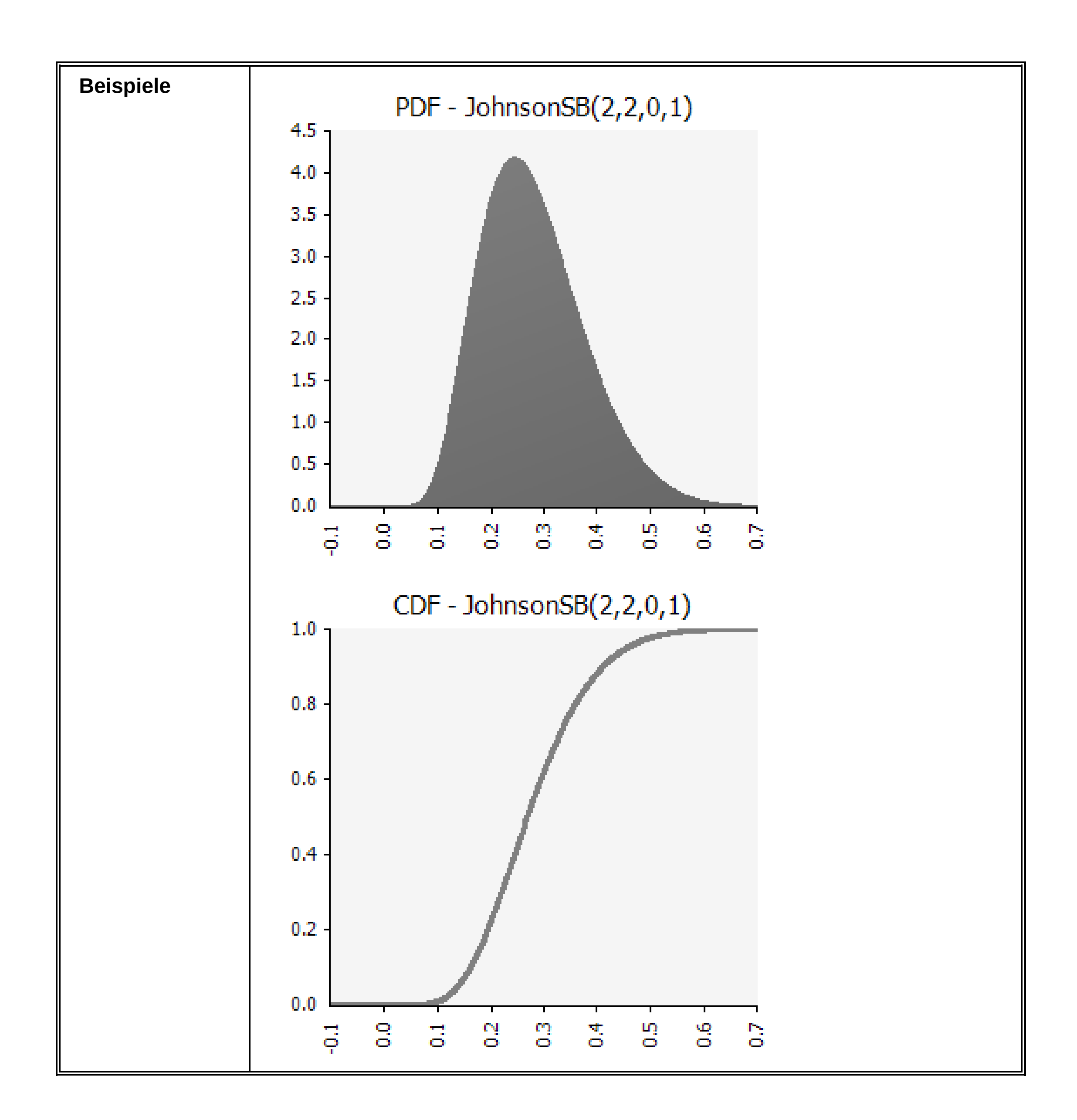
Beschreibung	Durch **RiskJohnsonMoments(***Mittelw;StdAbw;Schiefe;Wölbung***)** wird eine von vier Verteilungsfunktionen (alle zum so genannten Johnson-System gehörend) gewählt, die dem angegebenen *Mittelwert* sowie der genannten *Standardabweichung, Schiefe* und *Wölbung* entspricht. Die sich daraus ergebende Verteilung ist entweder eine JohnsonSU-, JohnsonSB, Lognormal- oder Normalverteilung.
Beispiele	Durch **RiskJohnsonMoments(10;20;4;41)** wird eine Verteilung des Johnson-Systems zurückgegeben, und zwar mit einem *Mittelwert* von 10, einer *Standardabweichung* von 20, einem *Schiefewert* von 4 und einem *Wölbungswert* von 41. Durch **RiskJohnsonMoments(A6;A7;A8;A9)** wird dagegen eine Verteilung des Johnson-Systems zurückgegeben, die einen *Mittelwert* aus Zelle A6, eine *Standardabweichung* aus Zelle A7, einen *Schiefewert* aus Zelle A8 und einen *Wölbungswert* aus Zelle A9 darstellt.
Richtlinien	Bei der *Standardabweichung* muss es sich um einen positiven Wert handeln. Die *Wölbung* muss größer als 1 sein.
Parameter	μ kontinuierlicher Positionsparameter σ kontinuierlicher Skalierungsparameter $\sigma > 0$ s kontinuierlicher Formparameter k Kontinuierlicher Formparameter $k > 1$ $k - s^2 \geq 1$
Domäne	$-\infty < x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	entsprechen den Eingaben für die einzelnen Verteilungen des Johnson-Systems
Mean	μ
Varianz	σ^2
Schiefe	s
Wölbung	k
Modus	*keine geschlossene Form*

Beispiele	

PDF - JohnsonMoments(0,1,1,4)
0.50
0.45
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
-2
-1
0
1
2
3
4
CDF - JohnsonMoments(0,1,1,4)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-2
-1
0
1
2
3
4

RiskJohnsonSB

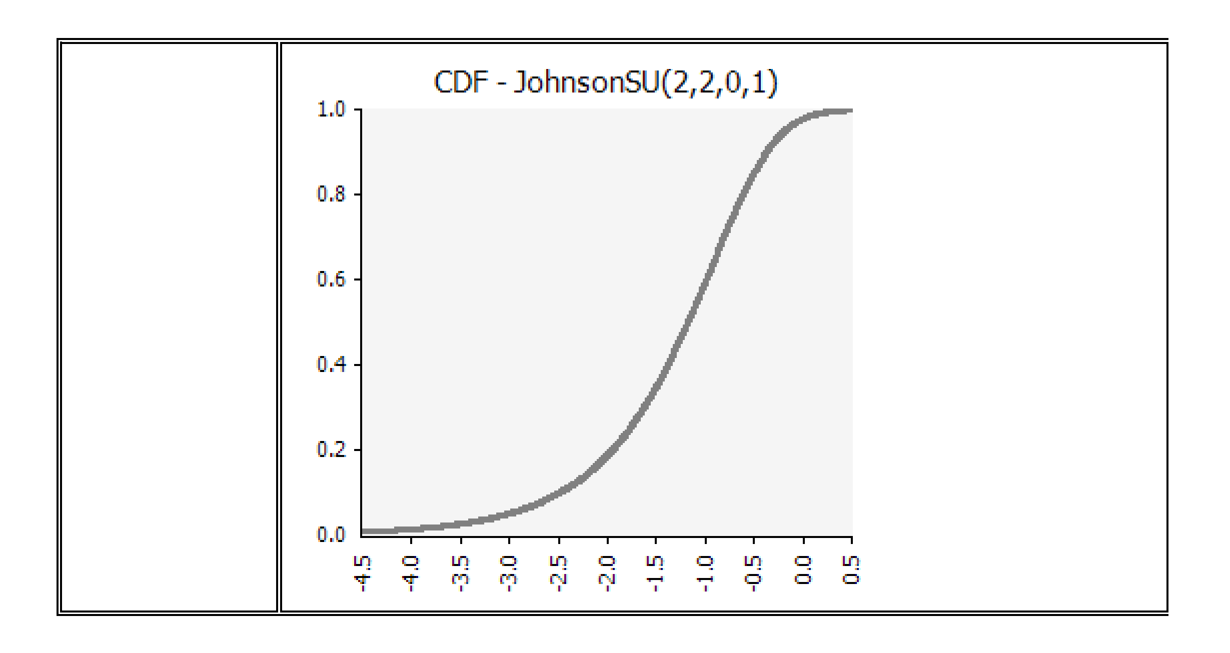
Beschreibung	Durch **RiskJohnsonSB(*alpha1;alpha2;a;b*)** wird eine Johnson (systembegrenzte)-Verteilung mit dem eingegebenen *alpha1-*, *alpha2-, a-* und *b*-Wert festgelegt.
Beispiele	Durch **RiskJohnsonSB(10;20;1;2)** wird eine JohnsonSB-Verteilung zurückgegeben, die unter Verwendung eines *alpha1*-Wertes von 10, eines *alpha2*-Wertes von 20, eines *a*-Wertes von 1 und eines *b*-Wertes von 2 erstellt wurde. **RiskJohnsonSB(A6;A7;A8;A9)** gibt dagegen eine JohnsonSB-Verteilung zurück, die unter Verwendung eines *alpha1*-Wertes aus Zelle A6, eines *alpha2*-Wertes aus Zelle A7, eines *a*-Wertes aus Zelle A8 und eines *b*-Wertes aus Zelle A9 generiert wurde.
Richtlinien	*b* muss größer als 0 sein.
Parameter	*alpha1* kontinuierlicher Formparameter *alpha2* kontinuierlicher Formparameter *alpha2* > 0 *a* kontinuierlicher Begrenzungsparameter *b* kontinuierlicher Begrenzungsparameter *b > a*
Domäne	$a \le x \le b$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{\alpha_2 (b-a)}{\sqrt{2\pi}(x-a)(b-x)} \times e^{-\frac{1}{2}\left[\alpha_1 + \alpha_2 \ln\left(\frac{x-a}{b-x}\right)\right]}$ $F(x) = \Phi\left[\alpha_1 + \alpha_2 \ln\left(\frac{x-a}{b-x}\right)\right]$ wobei Φ die Summenverteilungsfunktion einer standardmäßigen Normalverteilung [Normal(0;1)] darstellt
Mean	*geschlossene Form vorhanden, aber äußerst kompliziert*
Varianz	*geschlossene Form vorhanden, aber äußerst kompliziert*
Schiefe	*geschlossene Form vorhanden, aber äußerst kompliziert*
Wölbung	*geschlossene Form vorhanden, aber äußerst kompliziert*
Modus	*keine geschlossene Form*


Beispiele
PDF - JohnsonSB(2,2,0,1)
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.1
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
CDF - JohnsonSB(2,2,0,1)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-0.1
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7

RiskJohnsonSU

Beschreibung	Durch **RiskJohnsonSU(*alpha1;alpha2;gamma;beta*)** wird eine Johnson (systemunbegrenzte)-Verteilung mit dem eingegebenen *alpha1*-, *alpha2-*, *gamma-* und *beta*-Wert festgelegt.
Beispiele	Durch **RiskJohnsonSU(10;20;1;2)** wird eine JohnsonSU-Verteilung zurückgegeben, die unter Verwendung eines *alpha*-Wertes von 10, eines *alpha2*-Wertes von 20, eines *gamma*-Wertes von 1 und eines *beta*-Wertes von 2 erstellt wurde. **RiskJohnsonSU(A6;A7;A8;A9)** gibt dagegen eine JohnsonSU-Verteilung zurück, die unter Verwendung eines *alpha*-Wertes aus Zelle A6, eines *alpha2*-Wertes aus Zelle A7, eines *gamma*-Wertes aus Zelle A8 und eines *beta*-Wertes aus Zelle A9 generiert wurde.
Richtlinien	*alpha2* muss ein positiver Wert sein. *beta* muss ein positiver Wert sein.
Parameter	*alpha1* kontinuierlicher Formparameter *alpha2* kontinuierlicher Formparameter *alpha2 > 0* γ kontinuierlicher Positionsparameter β kontinuierlicher Skalierungsparameter $\beta > 0$
Domäne	$-\infty < x < +\infty$ kontinuierlich
Definitions	$\theta \equiv \exp\left(\left(\frac{1}{\alpha_2}\right)^2\right)$ $r \equiv \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{\alpha_2}{\beta\sqrt{2\pi(1+z^2)}} \times e^{-\frac{1}{2}\left[\alpha_1 + \alpha_2 \sinh^{-1}(z)\right]^2}$ $F(x) = \Phi\left(\alpha_1 + \alpha_2 \sinh^{-1}(z)\right)$ wobei $z \equiv \frac{(x-\gamma)}{\beta}$ und Φ die Summenverteilungsfunktion einer standardmäßigen Normalverteilung [Normal(0;1)] darstellt
Mean	$\gamma - \beta\sqrt{\theta}\sinh(r)$
Varianz	$\frac{\beta^2}{2}(\theta-1)(\theta\cosh(2r)+1)$

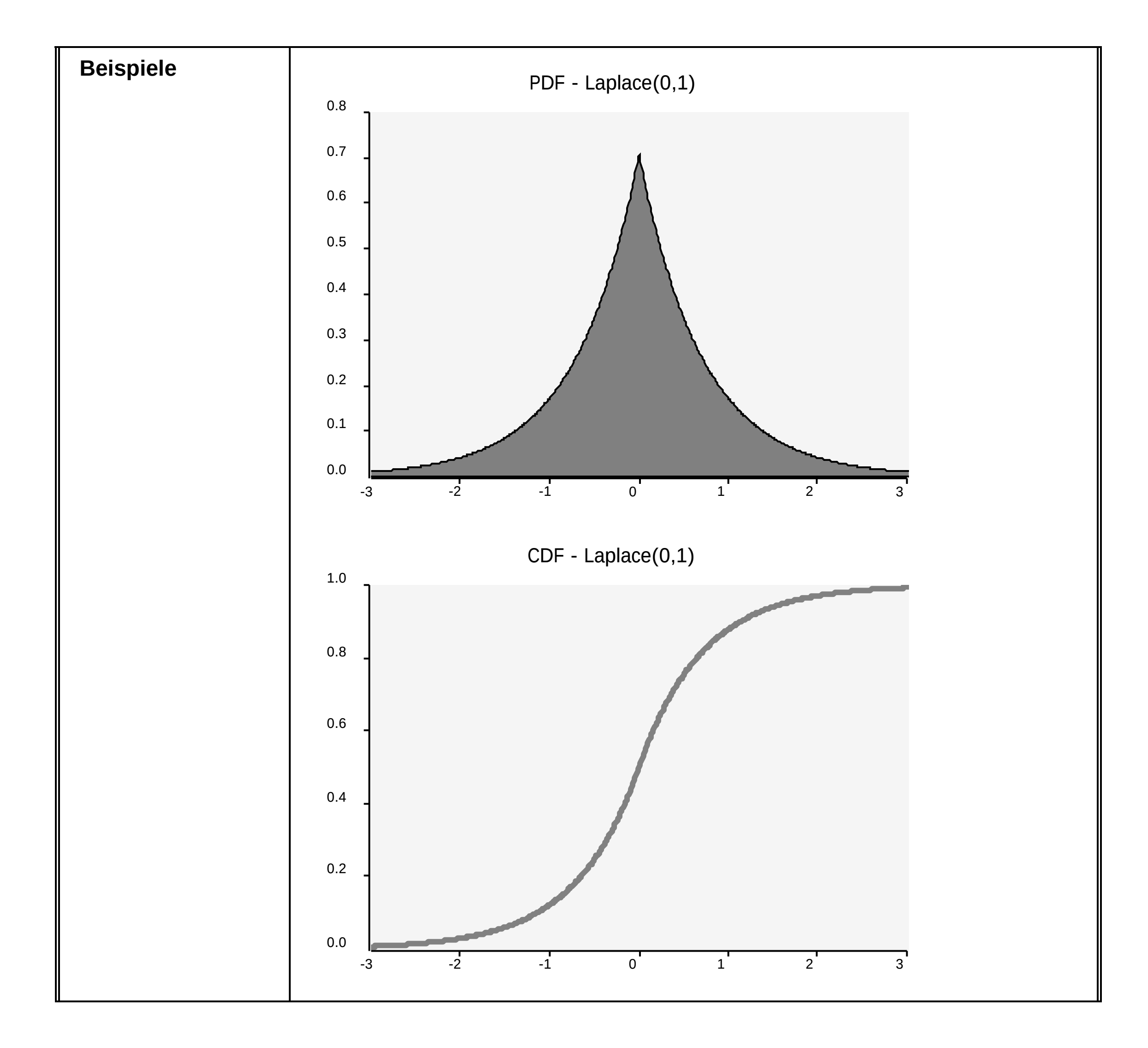
Schiefe	$\dfrac{-\frac{1}{4}\sqrt{\theta}(\theta-1)^2\left[\theta(\theta+2)\sinh(3r)+3\sinh(r)\right]}{\left[\frac{1}{2}(\theta-1)(\theta\cosh(2r)+1)\right]^{\frac{3}{2}}}$
Wölbung	$\dfrac{\frac{1}{8}(\theta-1)^2\left[\theta^2\left(\theta^4+2\theta^3+3\theta^2-3\right)\cosh(4r)+4\theta^2(\theta+2)\cosh(2r)+3(2\theta+1)\right]}{\left[\frac{1}{2}(\theta-1)(\theta\cosh(2r)+1)\right]^2}$
Modus	*keine geschlossene Form*
Beispiele	PDF - JohnsonSU(2,2,0,1)


CDF - JohnsonSU(2,2,0,1)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-4.5
-4.0
-3.5
-3.0
-2.5
-2.0
-1.5
-1.0
-0.5
0.0
0.5

RiskLaplace

Beschreibung	***RiskLaplace*** (μ;σ) kennzeichnet eine Laplace-Verteilung mit der eingegebenen μ -Position und den σ -Skalierungsparametern. Die Laplace-Verteilung wird mitunter auch „doppelte Exponentialverteilung“ genannt, weil man sie mit zwei Exponentialverteilungen vergleichen kann, die sich Rücken an Rücken befinden und mit dem eingegebenen Positionsparameter positioniert sind.
Beispiele	**RiskLaplace(10;20)** gibt eine Laplace-Verteilung zurück, die unter Verwendung des Positionswertes 10 und des Skalierungswertes 20 erstellt wurde. **RiskLaplace(A6;A7)** gibt eine Laplace-Verteilung zurück, die durch Verwendung eines Positionswertes aus Zelle A6 und eines Skalierungswertes aus Zelle A7 erstellt wurde.
Richtlinien	σ*- Skalierung* muss ein positiver Wert sein.
Parameter	**μ** kontinuierlicher Positionsparameter **σ** kontinuierlicher Skalierungsparameter $\sigma > 0$ * *ó = 0 kann zwar bei der Modellierung verwendet werden, ergibt aber bei x = μ eine entartete Verteilung.
Domäne	$-\infty < x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summenverteilungsfunktionen	$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2}\sigma} e^{-\sqrt{2}\left\lvert\frac{x-\mu}{\sigma}\right\rvert}$ $F(x) \equiv \frac{1}{2} e^{-\sqrt{2}\left\lvert\frac{x-\mu}{\sigma}\right\rvert}$ $x < \mu$ $F(x) \equiv 1 - \frac{1}{2} e^{-\sqrt{2}\left\lvert\frac{x-\mu}{\sigma}\right\rvert}$ $x \geq \mu$
Mittelwert	μ
Varianz	σ^2
Schiefe	0
Wölbung	6
Modalwert	μ

Beispiele



PDF - Laplace(0,1)
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
-3
-2
-1
0
1
2
3
CDF - Laplace(0,1)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-3
-2
-1
0
1
2
3

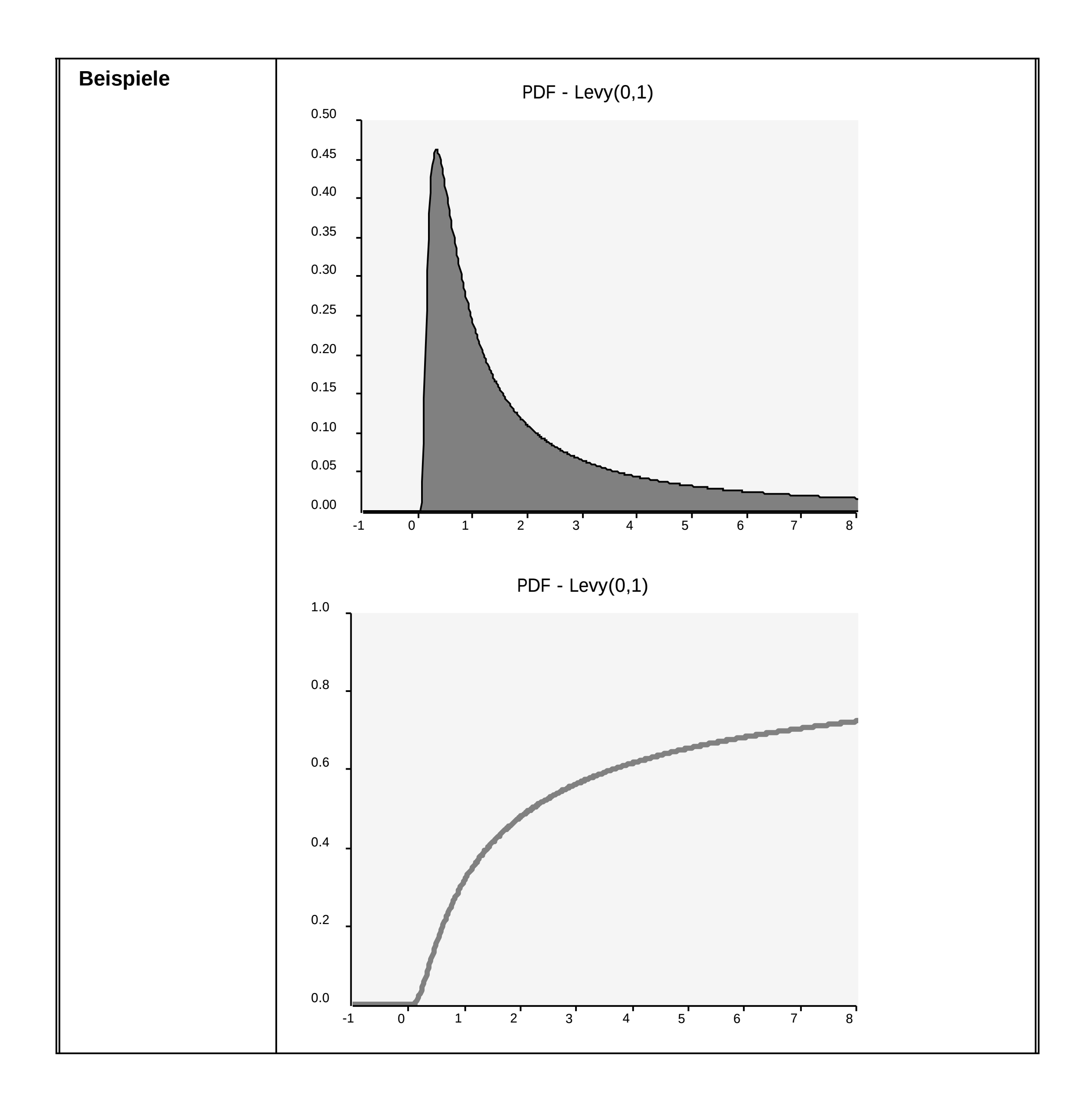
RiskLaplaceAlt, RiskLaplaceAltD

Beschreibung	***RiskLaplaceAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*) kennzeichnet eine Laplace-Verteilung mit zwei Argumenten (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um μ bzw. σ handeln.
Beispiele	**RiskLaplaceAlt(5%;1;95%;100)** gibt eine Laplace-Verteilung mit einem 5. Perzentil von 1 und einem 95. Perzentil von 100 zurück.
Richtlinien	σ-*Skalierung* muss ein positiver Wert sein. Bei Verwendung von **RiskLaplaceAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskLevy

Beschreibung	**RiskLevy (a;c)** kennzeichnet eine Levy-Verteilung mit der eingegebenen Position *a* und dem kontinuierlichen Skalierungsparameter *c.*
Beispiele	**RiskLevy(10;20)** gibt eine Levy-Verteilung zurück, die unter Verwendung des *a*-Wertes 10 und des *c*-Wertes 20 erstellt wurde. **RiskLevy(A6;A7)** gibt eine Levy-Verteilung zurück, die durch Verwendung eines *a*-Wertes aus Zelle A6 und eines *c*-Wertes aus Zelle A7 erstellt wurde.
Richtlinien	*c* muss ein positiver Wert sein.
Parameter	*a* kontinuierlicher Positionsparameter *c* kontinuierlicher Skalierungsparameter $c > 0$
Domäne	$a \le x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summenverteilungsfunktionen	$f(x) = \sqrt{\frac{c}{2\pi}} \frac{e^{-\frac{c}{2(x-\mu)}}}{(x-\mu)^{3/2}}$ $F(x) = 1 - \mathrm{erf}\left(\sqrt{\frac{c}{2(x-\mu)}}\right)$ Syntax: *erf* ist die *Fehlerfunktion*
Mittelwert	Ist nicht vorhanden
Varianz	Ist nicht vorhanden
Schiefe	Ist nicht vorhanden
Wölbung	Ist nicht vorhanden
Modalwert	$\mu + \frac{c}{3}$

Beispiele



PDF - Levy(0,1)
0.50
0.45
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
-1
0
1
2
3
4
5
6
7
8
PDF - Levy(0,1)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-1
0
1
2
3
4
5
6
7
8

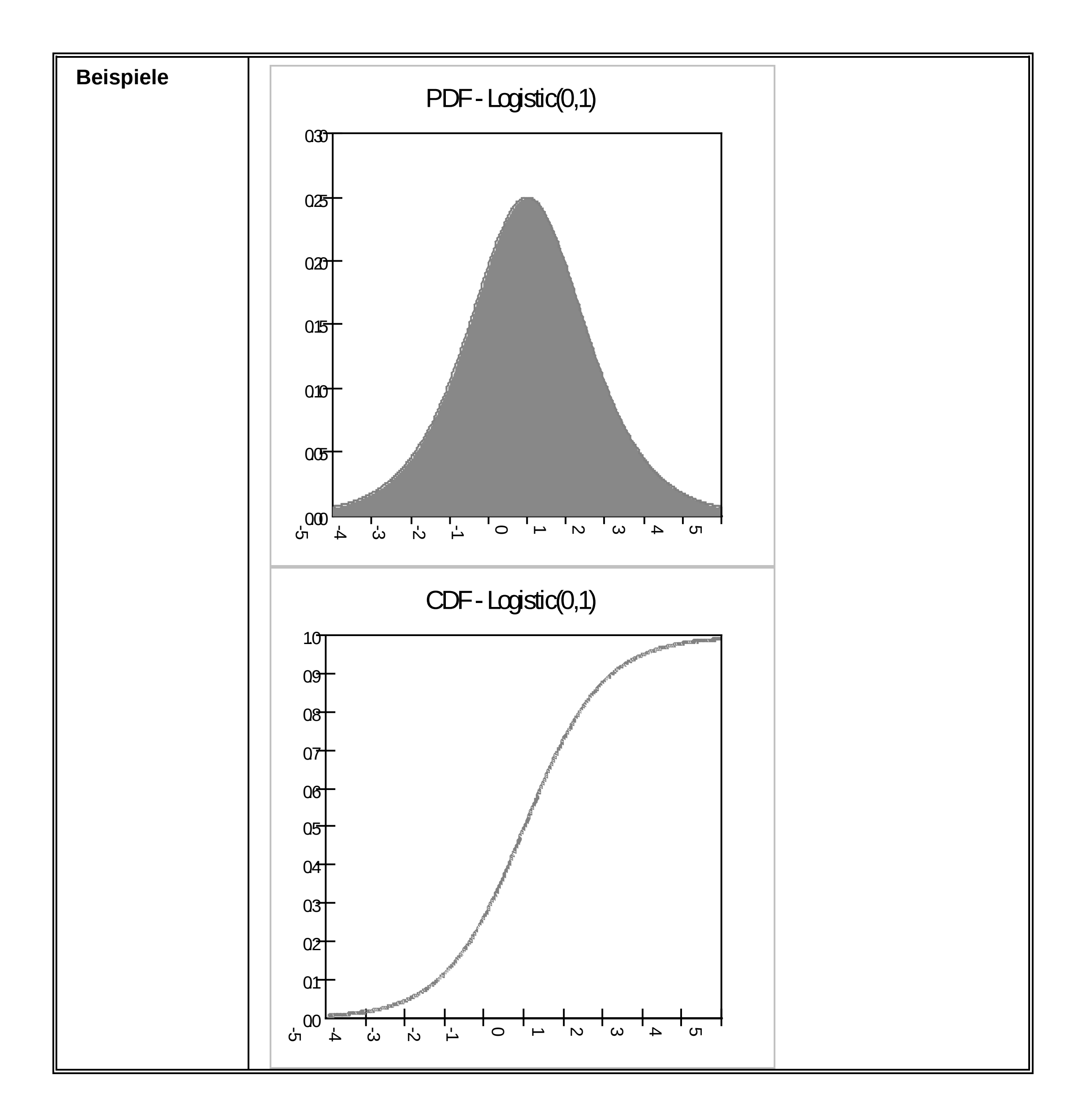
RiskLevyAlt, RiskLevyAltD

Beschreibung	***RiskLevyAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*) kennzeichnet eine Levy-Verteilung mit zwei Argumenten (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *a* bzw. *c* handeln.
Beispiele	**RiskLevyAlt(5%;1;95%;100)** gibt eine Levy-Verteilung mit einem 5. Perzentil von 1 und einem 95. Perzentil von 100 zurück.
Richtlinien	σ- *Skalierung* muss ein positiver Wert sein. Bei Verwendung von **RiskLaplaceAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskLogistic

Beschreibung	***RiskLogistic***(*alpha;beta*) kennzeichnet eine logistische Verteilung mit dem eingegebenen Werten für *alpha* und *beta*.
Beispiele	**RiskLogistic(10;20)** gibt eine logistische Verteilung zurück, die durch Verwendung des Wertes 10 für *alpha* und des Wertes 20 für *beta* erstellt wurde. **RiskLogistic(A6;A7)** gibt eine logistische Verteilung zurück, die durch Verwendung eines alpha-Wertes aus Zelle A6 und eines beta-Wertes aus Zelle A7 erstellt wurde.
Richtlinien	Beta muss ein positiver Wert sein.
Parameter	α kontinuierlicher Positionsparameter β kontinuierlicher Skalierungsparameter $\beta > 0$
Domäne	$-\infty < x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{\operatorname{sech}^2\left(\frac{1}{2}\left(\frac{x-\alpha}{\beta}\right)\right)}{4\beta}$ $F(x) = \frac{1+\tanh\left(\frac{1}{2}\left(\frac{x-\alpha}{\beta}\right)\right)}{2}$ Syntax: „*sech*“ ist die hyperbolische Sekantenfunktion und „*tanh*“ ist die hyperbolische Tangentenfunktion
Mittelwert	α
Varianz	$\frac{\pi^2\beta^2}{3}$
Schiefe	0
Wölbung	4.2
Modus	α

Beispiele



PDF - Logistic(0,1)
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
-5
-4
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
5
CDF - Logistic(0,1)
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
-5
-4
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
5

RiskLogisticAlt, RiskLogisticAltD

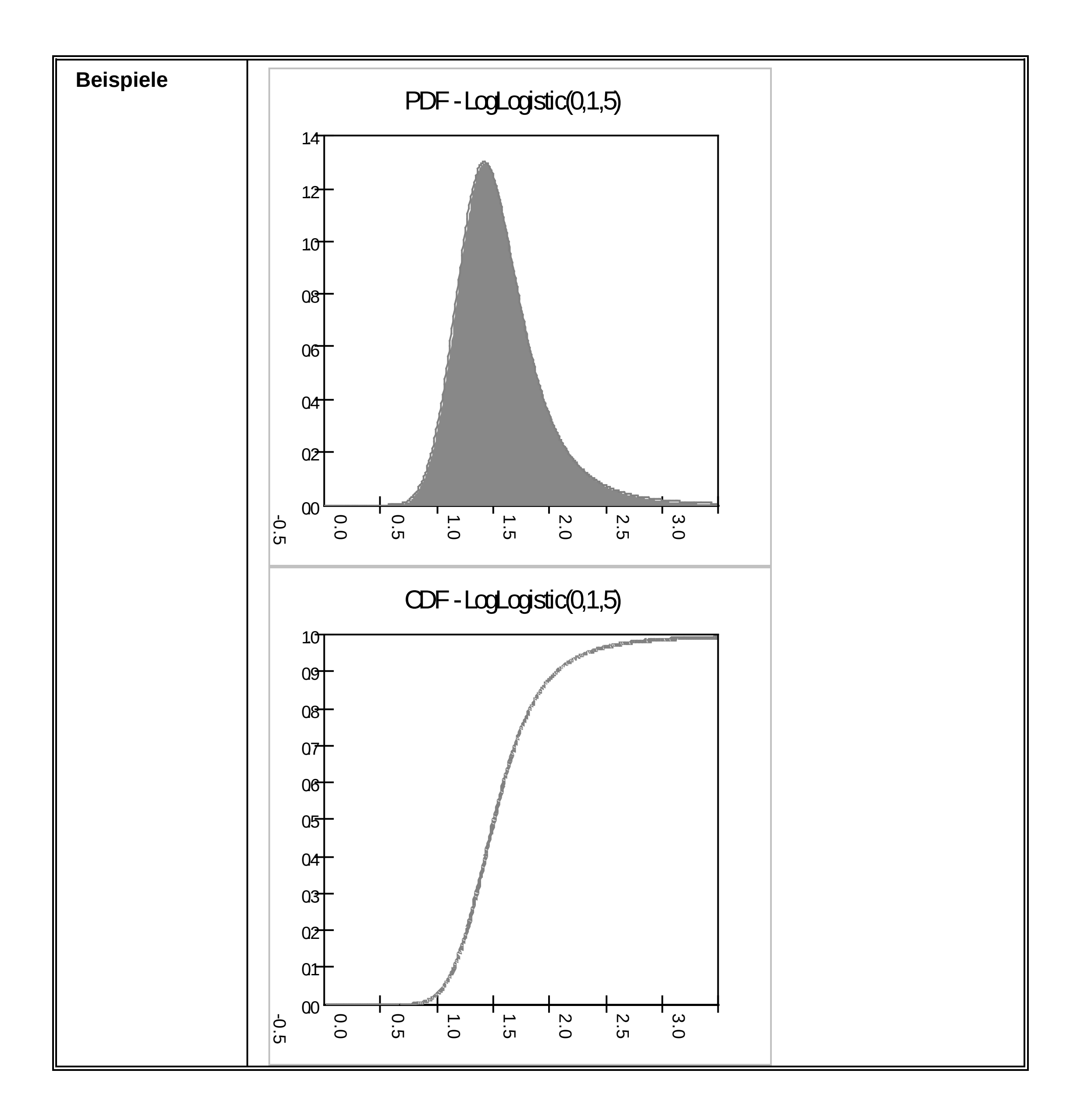
Beschreibung	***RiskLogisticAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*) kennzeichnet eine logistische Verteilung mit zwei Argumenten (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *alpha* oder *beta* handeln.
Beispiele	**RiskLogisticAlt(5%;1;95%;100)** gibt eine logistische Verteilung mit einem 5. Perzentil von 1 und einem 95. Perzentil von 100 zurück.
Richtlinien	Beta muss ein positiver Wert sein. Bei Verwendung von **RiskBetaGeneralAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskLogLogistic

Beschreibung	***RiskLoglogistic***(*gamma;beta;alpha*) kennzeichnet eine log-logistische Verteilung mit Positionsparameter *gamma,* Formparameter *alpha* und Skalierungsparameter *beta*.
Beispiele	**RiskLoglogistic(-5;2;3)** gibt eine log-logistische Verteilung zurück, die durch Verwendung des Wertes -5 für *gamma,* des Wertes 2 für *beta* und des Wertes 3 für *alpha* erstellt wurde. **RiskLoglogistic(A1;A2;A3)** gibt eine log-logistische Verteilung zurück, die durch Verwendung eines *gamma*-Wertes aus Zelle A1, eines *beta*-Wertes aus Zelle A2 und eines *alpha*-Wertes aus Zelle A3 erstellt wurde.
Richtlinien	*Alpha* muss größer als 0 sein. *Beta* muss größer als 0 sein.
Parameter	γ kontinuierlicher Positionsparameter β kontinuierlicher Skalierungsparameter $\beta > 0$ α kontinuierlicher Formparameter $\alpha > 0$
Definitionen	$\theta \equiv \frac{\pi}{\alpha}$
Domäne	$\gamma \le x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{\alpha\, t^{\alpha-1}}{\beta\left(1+t^{\alpha}\right)^2}$ $F(x) = \frac{1}{1+\left(\frac{1}{t}\right)^{\alpha}}$ mit $t \equiv \frac{x-\gamma}{\beta}$
Mittelwert	$\beta\theta \csc(\theta) + \gamma$ für $\alpha > 1$
Varianz	$\beta^2\theta \left[2\csc(2\theta) - \theta\csc^2(\theta)\right]$ für $\alpha > 2$

Schiefe	$$\frac{3\csc(3\theta)-6\theta\csc(2\theta)\csc(\theta)+2\theta^2\csc^3(\theta)}{\sqrt{\theta}\left[2\csc(2\theta)-\theta\csc^2(\theta)\right]^{3/2}}$$	für $\alpha > 3$
Wölbung	$$\frac{4\csc(4\theta)-12\theta\csc(3\theta)\csc(\theta)+12\theta^2\csc(2\theta)\csc^2(\theta)-3\theta^3\csc^4(\theta)}{\theta\left[2\csc(2\theta)-\theta\csc^2(\theta)\right]^2}$$	für $\alpha > 4$
Modus	$\gamma+\beta\left[\frac{\alpha-1}{\alpha+1}\right]^{1/\alpha}$ γ	für $\alpha > 1$ für $\alpha \le 1$

Beispiele



PDF - LogLogistic(0,1,5)
14
12
10
08
06
04
02
00
-0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
CDF - LogLogistic(0,1,5)
10
09
08
07
06
05
04
03
02
01
00
-0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0

RiskLogLogisticAlt, RiskLogLogisticAltD

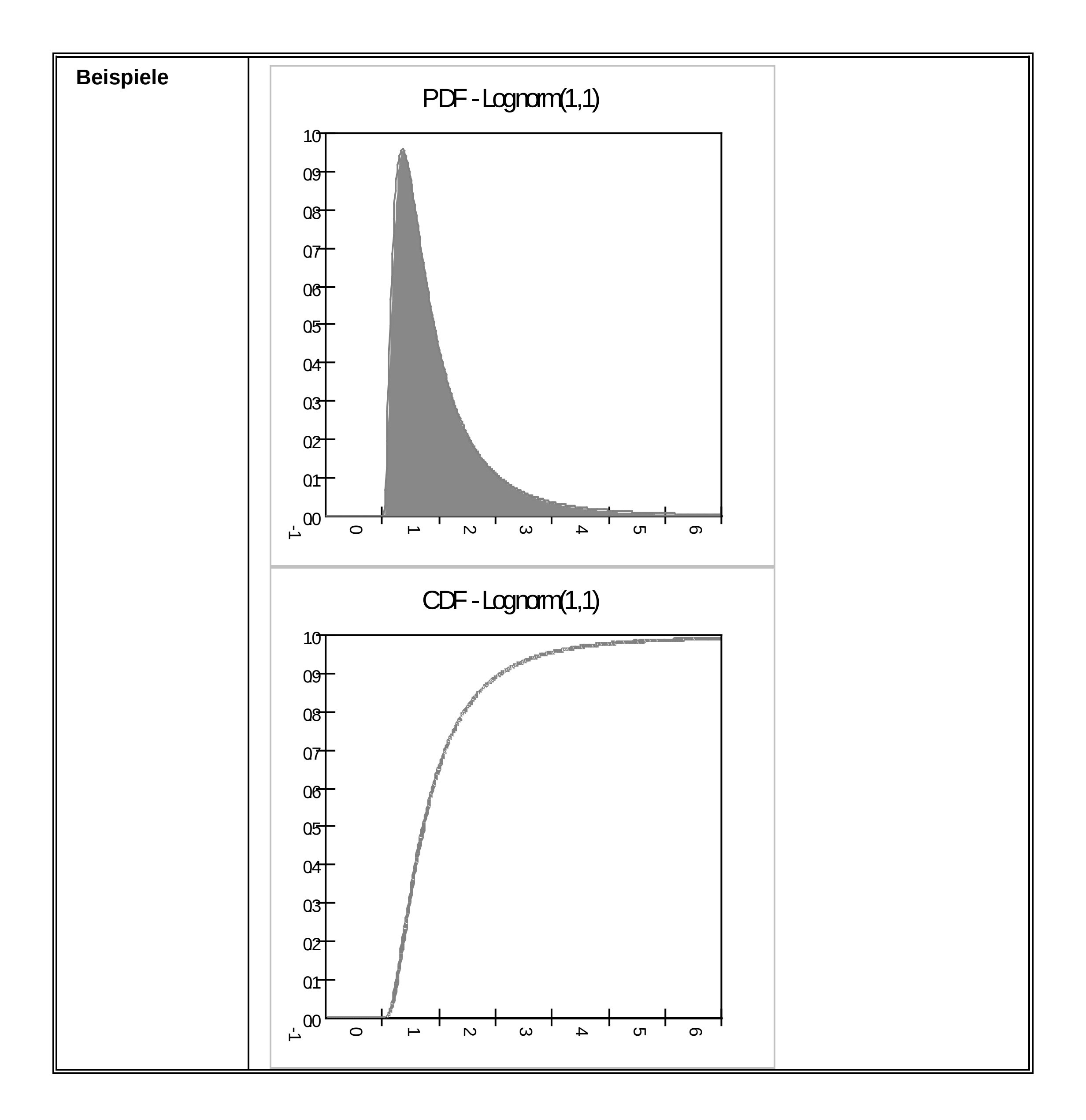
Beschreibung	***RiskLogLogisticAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*) kennzeichnet eine log-logistische Verteilung mit drei Argumenten (*Arg1-Typ* bis *Arg3-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *gamma*, *beta* oder *alpha* handeln.
Beispiele	**RiskLogLogisticAlt("gamma";5;"beta";2;90%;10)** gibt eine log-logistische Verteilung zurück, die durch Verwendung des Wertes 5 für *gamma,* des Wertes 2 für *beta* und des Wertes 10 für das 90. Perzentil erstellt wurde.
Richtlinien	*Alpha* muss größer als 0 sein. *Beta* muss größer als 0 sein. Bei Verwendung von **RiskLogLogisticAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskLognorm

Beschreibung	***RiskLognorm***(*Mittelwert;Standardabweichung*) kennzeichnet eine Log-Normalverteilung mit gegebenem *Mittelwert* und gegebener *Standardabweichung*. Durch die Argumente werden in dieser Art von Log-Normalverteilung der tatsächliche *Mittelwert* und die tatsächliche *Standardabweichung* für die Log-Normal-Wahrscheinlichkeitsverteilung angegeben. Genau wie bei der Normalverteilung, hat auch die LogNormal-Verteilung zwei Parameter (μ;σ), die dem Mittelwert und der Standardabweichung entsprechen. In ähnlicher Weise, wie sich die Normalverteilung aus dem Hinzufügen vieler Zufallsprozesse ergibt, entsteht die LogNormal durch das Multiplizieren vieler Zufallsprozesse. Technisch gesehen ist diese Verteilung eine Erweiterung der vorherigen Ergebnisse, da der Logarithmus des Zufallszahlenprodukts der Summe der Logarithmen entspricht. In der Praxis wird diese Verteilung oft als Darstellung des zukünftigen Wertes irgendeines Buchwertes verwendet, dessen Wert sich prozentual in einer zufälligen und unabhängigen Weise verändern kann. Diese Verteilung hat mehrere wünschenswerte Eigenschaften von Realitätsprozessen, da sie z. B. verzerrt ist und einen positiven sowie unbegrenzten Bereich umfasst, d. h. von 0 bis unendlich. Diese Verteilung hat mehrere wünschenswerte Eigenschaften von Realitätsprozessen, da sie z. B. verzerrt ist und einen positiven sowie unbegrenzten Bereich umfasst, d. h. von 0 bis unendlich. Eine andere nützliche Eigenschaft ist, dass in Fällen, in denen ∫ im Verhältnis zu μ recht klein ist, die Schiefe ebenfalls klein ist und die Verteilung fast einer Normalverteilung entspricht. Mit anderen Worten, eine Lognormal-Verteilung kann einer Normalverteilung angeglichen werden, indem die gleiche Standardabweichung verwendet, aber der Mittelwert erhöht wird (sodass das Verhältnis ∫ / μ recht klein ist). Auch muss die Verteilung in diesem Fall durch Hinzufügen eines konstanten Betrags so verschoben werden, dass die Mittelwerte gleich sind.
Beispiele	**RiskLognorm(10;20)** kennzeichnet eine Log-Normalverteilung mit einem Mittelwert von 10 und einer Standardabweichung von 20. **RiskLognorm(C10*3,14;B10)** kennzeichnet eine Log-Normalverteilung mit einem Mittelwert, welcher dem Wert in Zelle C10 mal 3,14 entspricht, und mit einer Standardabweichung, die gleich dem Wert in Zelle B10 ist.
Richtlinien	*Mittelwert* und *Standardabweichung* müssen größer als 0 sein.
Parameter	μ kontinuierlicher Parameter μ > 0 σ kontinuierlicher Parameter σ > 0
Domäne	$0 \leq x < +\infty$ kontinuierlich

Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{1}{x\sqrt{2\pi}\sigma'} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln x - \mu'}{\sigma'}\right]^2}$ $F(x) = \Phi\left(\frac{\ln x - \mu'}{\sigma'}\right)$ mit $\mu' \equiv \ln\left[\frac{\mu^2}{\sqrt{\sigma^2 + \mu^2}}\right]$ und $\acute{N}' \equiv \sqrt{\ln\left[1 + \left(\frac{\acute{N}}{N}\right)^2\right]}$ Syntax: Φ(z) ist die Summenverteilungsfunktion einer Normalverteilung(0;1), die auch Laplace-Gauss-Integral genannt wird
Mittelwert	μ
Varianz	σ^2
Schiefe	$\left(\frac{\sigma}{\mu}\right)^3 + 3\left(\frac{\sigma}{\mu}\right)$
Wölbung	$\omega^4 + 2\omega^3 + 3\omega^2 - 3$ mit $\omega \equiv 1 + \left(\frac{\sigma}{\mu}\right)^2$
Modus	$\frac{\mu^4}{\left(\sigma^2 + \mu^2\right)^{3/2}}$

Beispiele



PDF - Lognorm(1,1)
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
-1
0
1
2
3
4
5
6
CDF - Lognorm(1,1)
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
-1
0
1
2
3
4
5
6

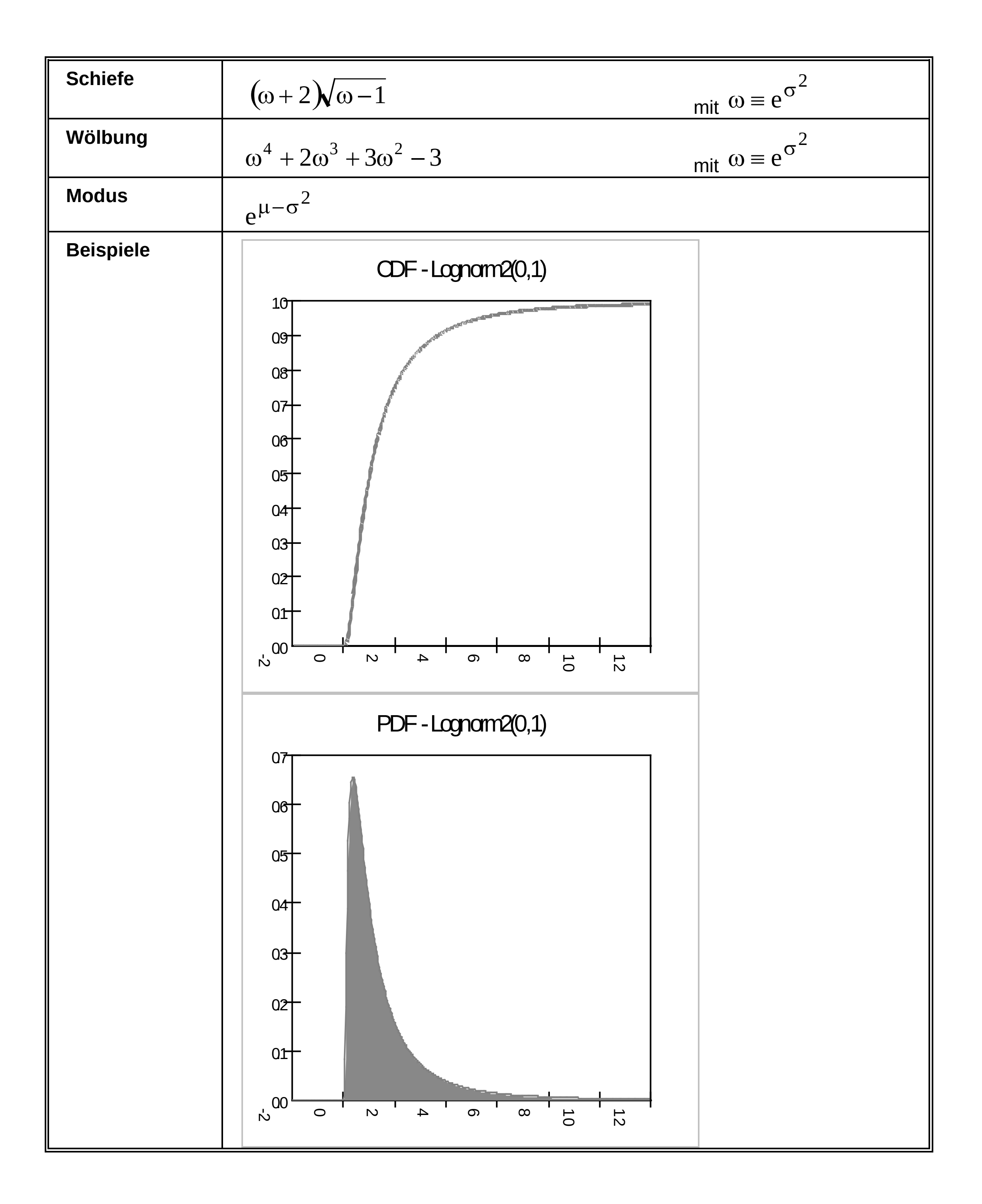
RiskLognormAlt, RiskLognormAltD

Beschreibung	***RiskLognormAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*) kennzeichnet eine *Lognormal*-Verteilungsfunktion mit drei Werttypen-Paaren. Jeder Typ kann entweder eine Summenwahrscheinlichkeit (in Form eines von 0 bis 1 skalierten Perzentils bzw. eines Prozentwerts einschließlich %-Zeichen) oder die in Anführungszeichen gesetzte Zeichenfolge "mu“, "sigma“ oder "log“ sein. Bei "mu“ handelt es sich um den Mittelwert der Verteilung vor Anwendung eines Shift-Werts. "Sigma“ ist die Standardabweichung der Verteilung und "loc“ ist der Minimalwert der Verteilung oder der Betrag (positiv oder negativ) um den sich die Verteilung von der Basisposition aus verschiebt (wobei der Minimalwert für x = 0 ist). Der effektive Mittelwert der Verteilung ist somit *mu+loc*.
Beispiele	**RiskLognormAlt("mu"; 2; “sigma"; 5; 95%; 30)** kennzeichnet eine Lognormal-Verteilung, die mit einem Mittelwert von 2 und einer Standardabweichung von 5 begann und sich dann verschob, sodass das 95. Perzentil jetzt bei x=30 liegt. **RiskLognormAlt(0,05; 4; 0,5; 10; 0,95; 45)** kennzeichnet eine Lognormal-Verteilung mit P5=4; P50=10 und P95=45.
Richtlinien	Falls *mu* und *sigma* angegeben sind, müssen diese größer als 0 sein. Wenn *loc* angegeben ist, kann dieser Wert positiv, negativ oder Null sein. Als Perzentile angegebene Argumente müssen zu einer Lognormal-Verteilung mit positivem “mu“ nebst “sigma“ führen; andernfalls wird durch die Verteilung #VALUE zurückgegeben. (Der tatsächliche Mittelwert (mu) der Verteilung kann aber auch negative sein, falls ein negativer Minimalwert (loc) vorhanden ist. Bei Verwendung von **RiskLognormAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend (d. h. wieder von 0 bis 1 skaliert oder in Perzentilen mit Prozentzeichen (%)), wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskLognorm2

Beschreibung	***RiskLognorm2***(*Mittelwert;Standardabweichung*) kennzeichnet eine Log-Normalverteilung, bei welcher der eingegebene *Mittelwert* und die eingegebene *Standardabweichung* dem *Mittelwert* und der *Standardabweichung* der gegebenen Normalverteilung entsprechen. Die eingegebenen Argumente bestehen aus dem *Mittelwert* und der *Standardabweichung* der Normalverteilung. Eine Exponentialgröße dieser Verteilungswerte wurde zur Erstellung der gewünschten Log-Normalverteilung verwendet.
Beispiele	**RiskLognorm2(10;0,5)** kennzeichnet eine Log-Normalverteilung, die durch Verwendung der Exponentialgröße der Werte einer Normalverteilung mit einem *Mittelwert* von 10 und einer *Standardabweichung* von 0,5 erstellt worden ist. **RiskLognorm2(C10*3,14;B10)** kennzeichnet eine Log-Normalverteilung, die durch Verwendung der Exponentialgröße der Werte einer Normalverteilung erstellt worden ist, deren Mittelwert dem Wert in Zelle C10 mal 3,14 entspricht, und deren *Standardabweichung* dem Wert in Zelle B10 gleicht.
Richtlinien	Die *Standardabweichung* muss größer als 0 sein.
Parameter	μ kontinuierlicher Parameter σ kontinuierlicher Parameter $\sigma > 0$
Domäne	$0 \le x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{1}{x\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right]^2}$ $F(x) = \Phi\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)$ Syntax: Φ(z) ist die Summenverteilungsfunktion einer Normalverteilung(0;1), die auch Laplace-Gauss-Integral genannt wird
Mittelwert	$e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}}$
Varianz	$e^{2\mu}\omega(\omega - 1)$ mit $\omega \equiv e^{\sigma^2}$

Schiefe	$(\omega+2)\sqrt{\omega-1}$	mit $\omega \equiv e^{\sigma^2}$
Wölbung	$\omega^4 + 2\omega^3 + 3\omega^2 - 3$	mit $\omega \equiv e^{\sigma^2}$
Modus	$e^{\mu-\sigma^2}$	
Beispiele		



RiskMakeInput

Beschreibung	***RiskMakeInput***(*Formel*) legt fest, dass der berechnete Formelwert genau wie eine Verteilungsfunktion als Simulationseingabe behandelt wird. Diese Funktion ermöglicht Ihnen, die Ergebnisse aus Excel-Berechnungen (oder aus einer Kombination von Verteilungsfunktionen) in einer Empfindlichkeitsanalyse als einzelne „Eingabe" zu behandeln,
Beispiele	***RiskMakeInput (RiskNormal(10;1)+RiskTriang(1;2;3)+A5)*** legt fest, dass die Summe der Werteproben aus den Verteilungen ***RiskNormal(10;1)*** und ***RiskTriang(1;2;3)*** zusammen mit dem Wert aus Zelle A5 durch @RISK als Simulationseingabe behandelt wird. Auf der Registerkarte **Eingaben** des Fensters **Ergebnisübersicht** wird eine Eingabe für die Verteilung dieser Formel angezeigt und dann in Empfindlichkeitsanalysen für Ausgaben verwendet, die dadurch irgendwie beeinflusst werden.
Richtlinien	Die folgenden Verteilungseigenschafts-Funktionen können in die Funktion ***RiskMakeInput*** mit einbezogen werden: : RiskName, RiskCollect, RiskCategory, RiskStatic, RiskUnits, RiskSixSigma, RiskConvergence, RiskIsDiscrete, und RiskIsDate. Es ist jedoch nicht möglich, RiskMakeInput-Funktionen mithilfe ***von RiskCorrmat*** zu korrelieren, da sie nicht auf gleiche Weise wie Standardverteilungsfunktionen erhoben werden. Im Fenster **Verteilung definieren** oder **Modell** ist vor Simulation kein Diagramm der Funktion ***RiskMakeInput*** zu sehen. RiskTheo-Funktionen können nicht für Eingaben verwendet werden, die über RiskMakeInput angegeben wurden.

RiskNegbin

Beschreibung	***RiskNegbin***(*s;p*) kennzeichnet eine negative binomische Verteilung mit *s* Erfolgen und einer Erfolgswahrscheinlichkeit von *p* pro Versuch. Die negative binomische Verteilung ist eine diskontinuierliche Verteilung, durch die nur Ganzzahlwerte (Integer) größer als oder gleich 0 zurückgegeben werden. Diese Verteilung stellt die Anzahl der Fehlschläge dar, bevor bei einer Binomial-Verteilung mehrere Erfolge auftreten (NegBin(1;p) = Geomet(p)). Eine Verteilung dieser Art wird mitunter in Qualitätskontroll- und Produktionstestmodellen sowie auch in der Maschinenschaden- und Wartungsmodellierung verwendet.
Beispiele	**RiskNegbin(5;0,25)** kennzeichnet eine negative binomische Verteilung mit 5 Erfolgen und einer Erfolgswahrscheinlichkeit von 25% pro Versuch. **RiskNegbin(A6;A7)** kennzeichnet eine negative binomische Verteilung mit der Erfolgsanzahl aus Zelle A6 und der Erfolgswahrscheinlichkeit aus Zelle A7.
Richtlinien	Die Erfolgsanzahl *s* muss eine positive Ganzzahl (Integer) sein, die kleiner als oder gleich 32 767 ist. Die Wahrscheinlichkeit von *p* muss größer als 0 und kleiner oder gleich 1 sein.
Parameter	S Anzahl der Erfolge diskontinuierlicher Parameter $s \geq 0$ p Wahrscheinlichkeit eines einzigen Erfolgs kontinuierlicher Parameter $0 < p \leq 1$
Domäne	$0 \leq x < +\infty$ diskontinuierliche Ganzzahlen
Mengen- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \binom{s+x-1}{x} p^s (1-p)^x$ $F(x) = p^s \sum_{i=0}^{x} \binom{s+i-1}{i} (1-p)^i$ Syntax: ( ) ist der binomische Koeffizient
Mittelwert	$\frac{s(1-p)}{p}$
Varianz	$\frac{s(1-p)}{p^2}$
Schiefe	$\frac{2-p}{\sqrt{s(1-p)}}$ für s > 0, p < 1

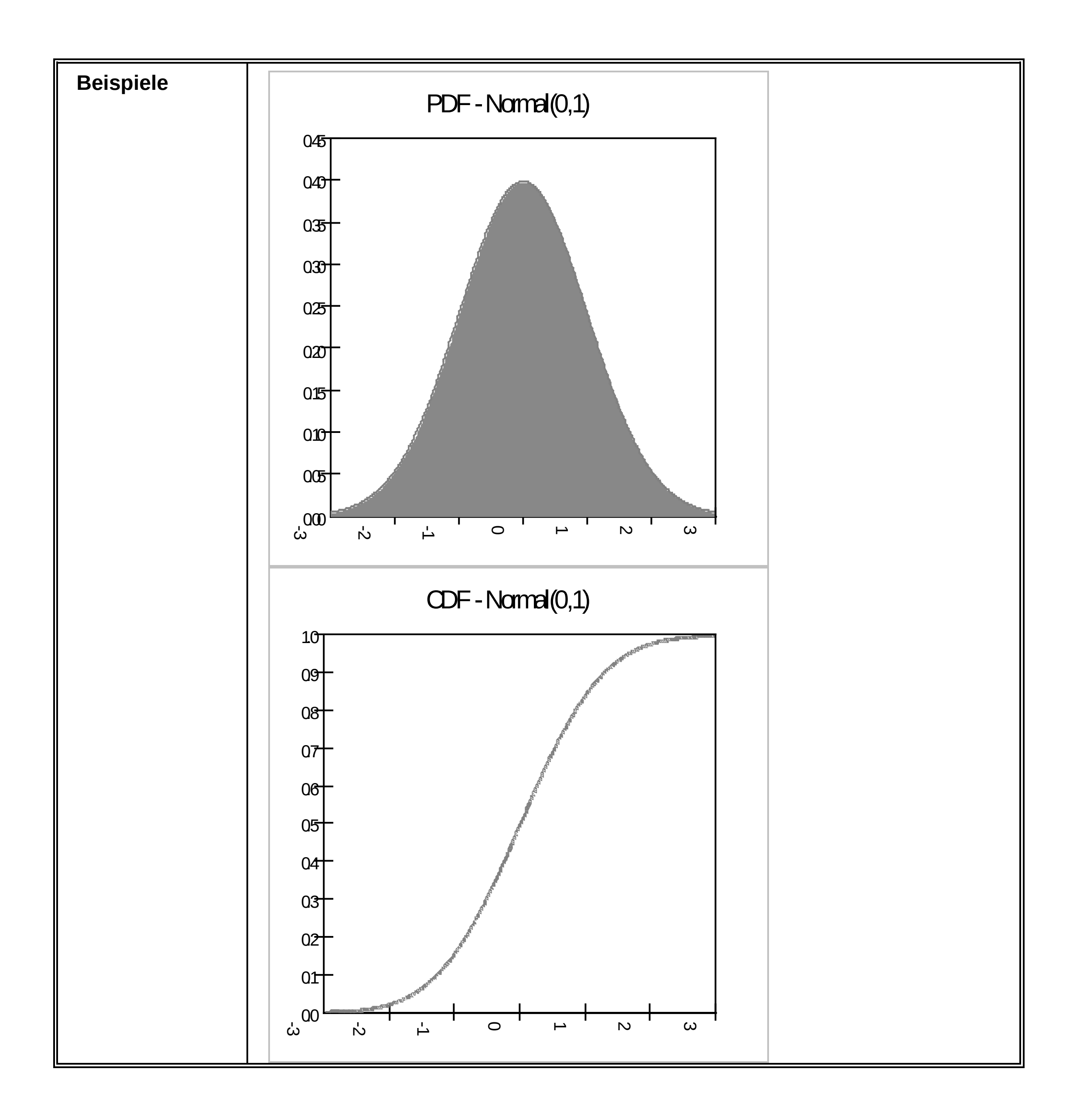
Wölbung	$3+\frac{6}{s}+\frac{p^2}{s(1-p)}$		für s > 0, p < 1
Modus	(bimodal)	z und z + 1	Ganzzahl z > 0
	(unimodal)	0	z < 0
	(unimodal)	kleinste Ganzzahl größer als z	andernfalls
	wobei $z \equiv \frac{s(1-p)-1}{p}$		
Beispiele	PDF - NegBin(3,.6) CDF - NegBin(3,.6)		

RiskNormal

Beschreibung	***RiskNormal***(*Mittelwert;Standardabweichung*) kennzeichnet eine Normalverteilung mit *Mittelwert* und *Standardabweichung*. Es handelt sich hier um die traditionelle glockenähnliche Kurve, die für die Resultatverteilungen in vielen Datensätzen verwendet wird. Die Normalverteilung ist eine symmetrisch kontinuierliche Verteilung, die an beiden Seiten unbegrenzt ist. Sie wird durch die Parameter µ und ∫, d. h. durch den Mittelwert und die Standardabweichung, beschrieben. Die Verwendung der Normalverteilung kann oft in Hinsicht auf das „zentraler Grenzwertsatz“ genannte mathematische Ergebnis gerechtfertigt werden. Dieser Grenzwertsatz besagt, dass das Addieren vieler unabhängiger Verteilungen eine Verteilung ergibt, die ungefähr einer Normalverteilung entspricht. Diese Verteilung kommt daher in Realität oft als Ergebnis von vielen detaillierteren (nicht beobachteten) Zufallsprozessen vor. Dieses Ergebnis hängt in keiner Weise von der Form der Verteilungen ab, die ursprünglich hinzugefügt wurden. Die Verteilung kann dazu verwendet werden, die Ungewissheit der Eingabe in ein Modell darzustellen, wenn angenommen wird, dass diese Eingabe selbst das Resultat vieler ähnlicher, sich addierender Zufallsprozesse ist (aber es vielleicht unnötig, ineffizient oder unpraktisch ist, diese einzelnen Abhängigkeitsfaktoren einzeln zu modellieren). Es könnte sich dabei z. B. um die Gesamtanzahl der Tore in einer Fußballsaison handeln oder auch um das Ölvorkommen auf der ganzen Welt, wenn davon ausgegangen wird, dass viele Reservoirs gleicher Größe, aber ungewissen Vorkommens vorhanden sind. Wenn der Mittelwert viel größer als die Standardabweichung ist (z. B. viermal so groß oder noch größer), würde eine negative Werteprobe der Verteilung nur sehr selten vorkommen (sodass z. B. die Anzahl der Tore in den meisten praktischen Fällen nicht negativ erhoben würde). Allgemein gesehen ist die Ausgabe vieler Modelle ungefähr normal verteilt, da diese Ausgabe oft das Additionsergebnis vieler anderer ungewisser Prozesse ist. Als Beispiel kann die Verteilung eines diskontierten Cashflows in einer Langzeitserien-Modellierung genommen werden, bei der die diskontierten Cashflows der verschiedenen Jahre summiert werden.
Beispiele	**RiskNormal(10;2)** kennzeichnet eine Normalverteilung mit einem Mittelwert von 10 und einer Standardabweichung von 2. **RiskNormal(SQRT(C101);B10)** kennzeichnet eine Normalverteilung mit einem Mittelwert, welcher der Quadratwurzel des Wertes in Zelle C101 entspricht, und mit einer Standardabweichung aus Zelle B10.
Richtlinien	Die *Standardabweichung* muss größer als 0 sein.

Parameter	μ kontinuierlicher Positionsparameter σ kontinuierlicher Skalierungsparameter $\sigma > 0$ * * ∫ = 0 kann zwar bei der Modellierung verwendet werden, ergibt aber bei x = μ eine entartete Verteilung.
Domäne	$-\infty < x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$ $F(x) \equiv \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) = \frac{1}{2}\left[\operatorname{erf}\left(\frac{x-\mu}{\sqrt{2}\sigma}\right) + 1\right]$ Syntax: Φ ist das Laplace-Gauss- Integral und *erf* die Fehlerfunktion.
Mittelwert	μ
Varianz	σ^2
Schiefe	0
Wölbung	3
Modus	μ

Beispiele



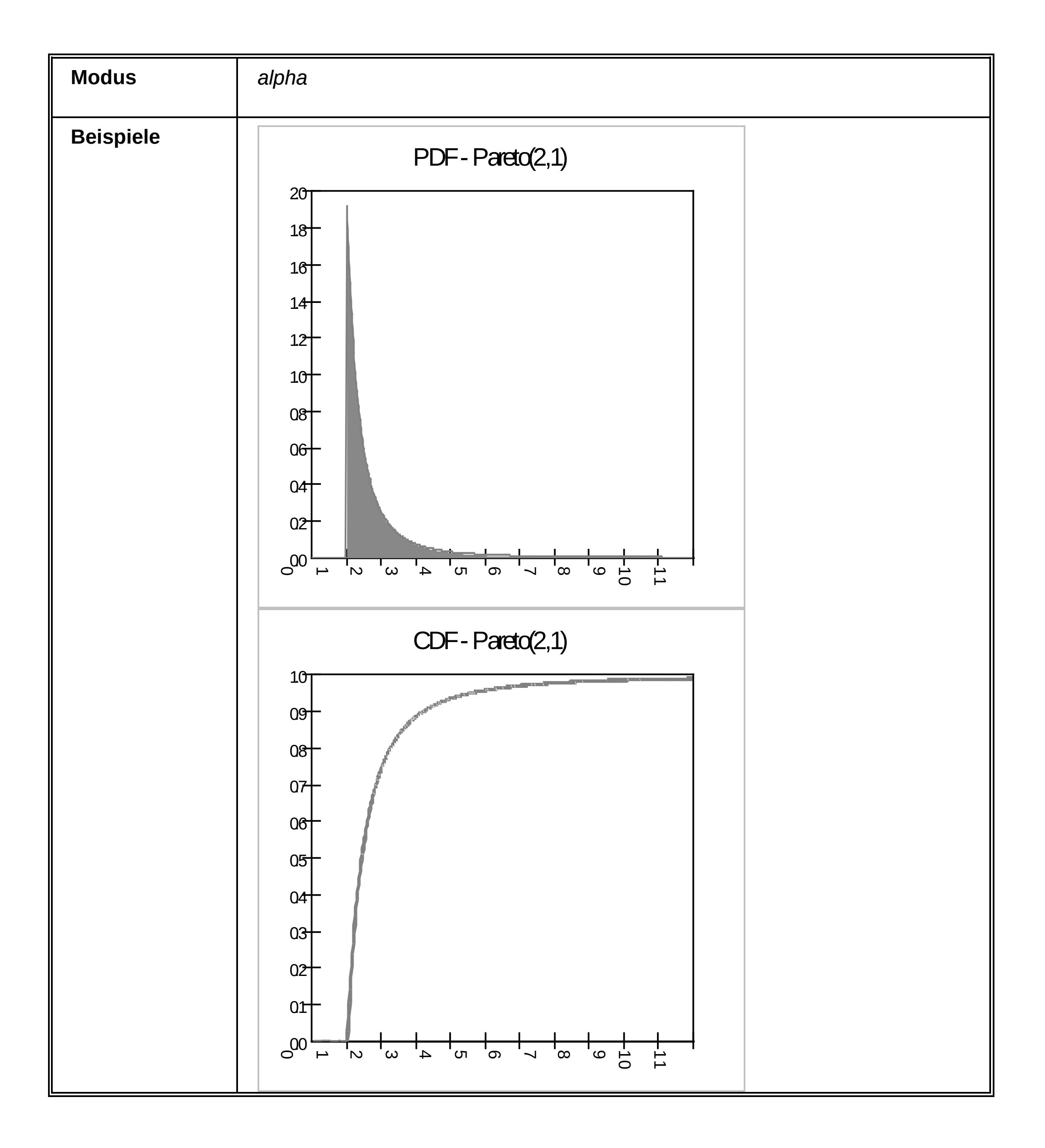
RiskNormalAlt, RiskNormalAltD

Beschreibung	***RiskNormaAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*) kennzeichnet eine Normalverteilung mit zwei Argumenten (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *mu* oder *sigma* handeln.
Beispiele	**RiskNormalAlt(5%;1;95%;10)** kennzeichnet eine Normalverteilung mit einem 5. Perzentil von 1 und einem 95. Perzentil von 10.
Richtlinien	*Sigma* muss größer als 0 sein. Bei Verwendung von **RiskNormalAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskPareto

Beschreibung	***RiskPareto***(*theta;alpha*) kennzeichnet eine Pareto-Verteilung mit den Werten *theta* und *alpha*.
Beispiele	**RiskPareto(5;5)** kennzeichnet eine Pareto-Verteilung mit einem *theta*-Wert von 5 und einem *alpha*-Wert von 5. **RiskPareto(A10;A11+A12)** kennzeichnet eine Pareto-Verteilung mit einem *theta*-Wert aus Zelle A10 und einem *alpha*-Wert aus dem Ausdruck A11+A12.
Richtlinien	*theta* muss größer als 0 sein. *alpha* muss größer als 0 sein.
Parameter	θ kontinuierlicher Formparameter $\theta > 0$ *alpha* kontinuierlicher Skalierungsparameter *alpha* > 0
Domäne	*alpha* $\leq x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{\theta a^{\theta}}{x^{\theta+1}}$ $F(x) = 1 - \left(\frac{a}{x}\right)^{\theta}$ wobei a = *alpha*
Mittelwert	$\frac{a\theta}{\theta - 1}$ für $\theta > 1$
Varianz	$\frac{\theta a^2}{(\theta-1)^2(\theta-2)}$ für $\theta > 2$
Schiefe	$2\frac{\theta+1}{\theta-3}\sqrt{\frac{\theta-2}{\theta}}$ für $\theta > 3$
Wölbung	$\frac{3(\theta-2)(3\theta^2+\theta+2)}{\theta(\theta-3)(\theta-4)}$ für $\theta > 4$

Modus	*alpha*
Beispiele	

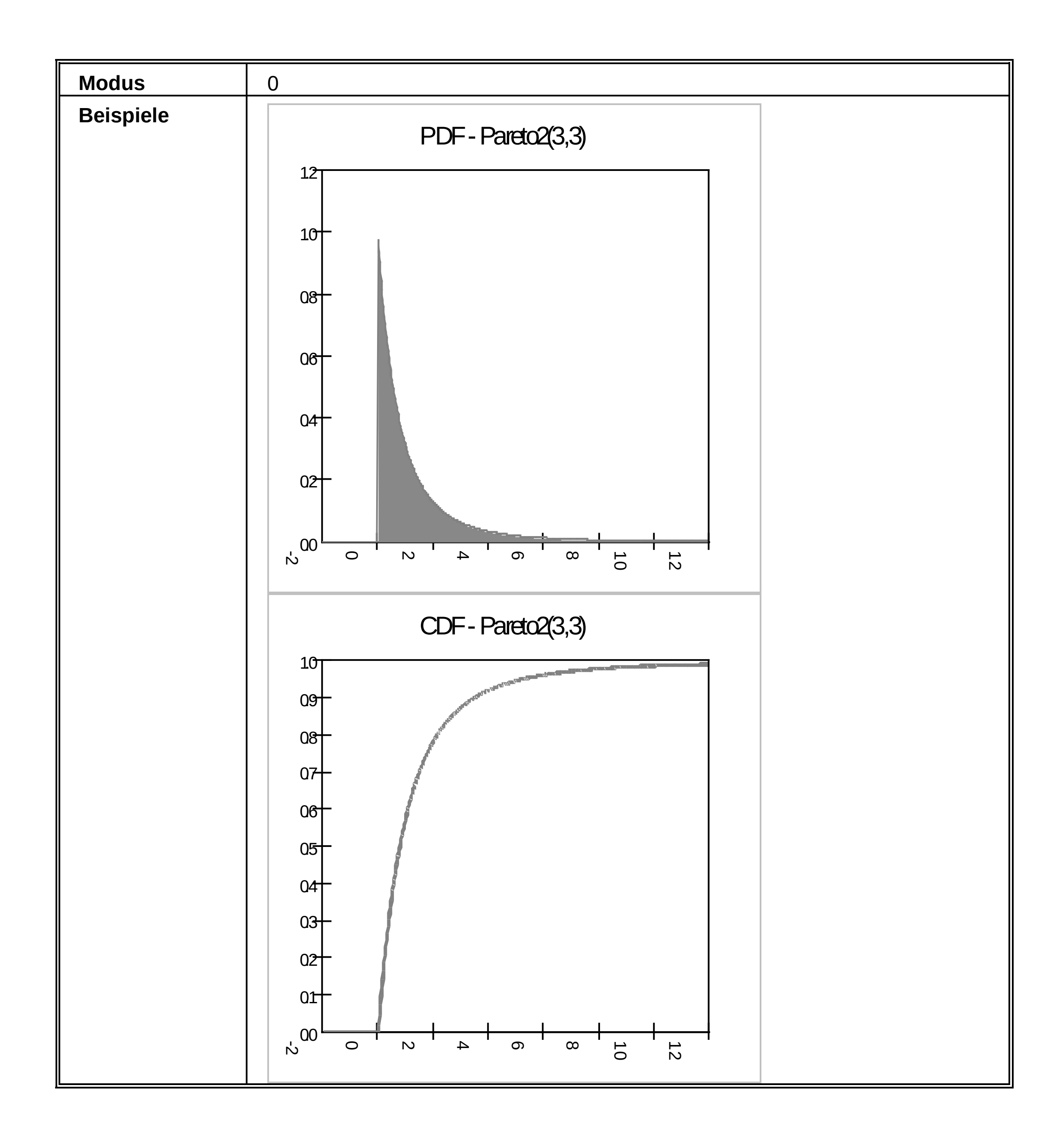


RiskParetoAlt, RiskParetoAltD

Beschreibung	***RiskParetoAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*) kennzeichnet eine Pareto-Verteilung mit zwei Argumenten (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *theta* oder *alpha* handeln.
Beispiele	**RiskParetoAlt(5%;1;95%;4)** kennzeichnet eine Pareto-Verteilung mit einem 5. Perzentil von 1 und einem 95. Perzentil von 4.
Richtlinien	*Theta* muss größer als 0 sein. *Alpha* muss größer als 0 sein. Bei Verwendung von **RiskParetoAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskPareto2

Beschreibung	***RiskPareto2***(*b;q*) kennzeichnet eine Pareto-Verteilung mit den Werten *b* und *q*.
Beispiele	**RiskPareto2(5;5)** kennzeichnet eine Pareto-Verteilung mit einem *b*-Wert von 5 und einem *q*-Wert von 5. **RiskPareto2(A10;A11+A12)** kennzeichnet eine Pareto-Verteilung mit einem *b*-Wert aus Zelle A10 und einem *q*-Wert aus dem Ausdruck A11+A12.
Richtlinien	*b* muss größer als 0 sein. *q* muss größer als 0 sein.
Parameter	b kontinuierlicher Skalierungsparameter b > 0 q kontinuierlicher Formparameter q > 0
Domäne	$0 \leq x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{qb^q}{(x+b)^{q+1}}$ $F(x) = 1 - \frac{b^q}{(x+b)^q}$
Mittelwert	$\frac{b}{q-1}$ für q > 1
Varianz	$\frac{b^2 q}{(q-1)^2 (q-2)}$ für q > 2
Schiefe	$2\left[\frac{q+1}{q-3}\right]\sqrt{\frac{q-2}{q}}$ für q > 3
Wölbung	$\frac{3(q-2)(3q^2+q+2)}{q(q-3)(q-4)}$ für q > 4

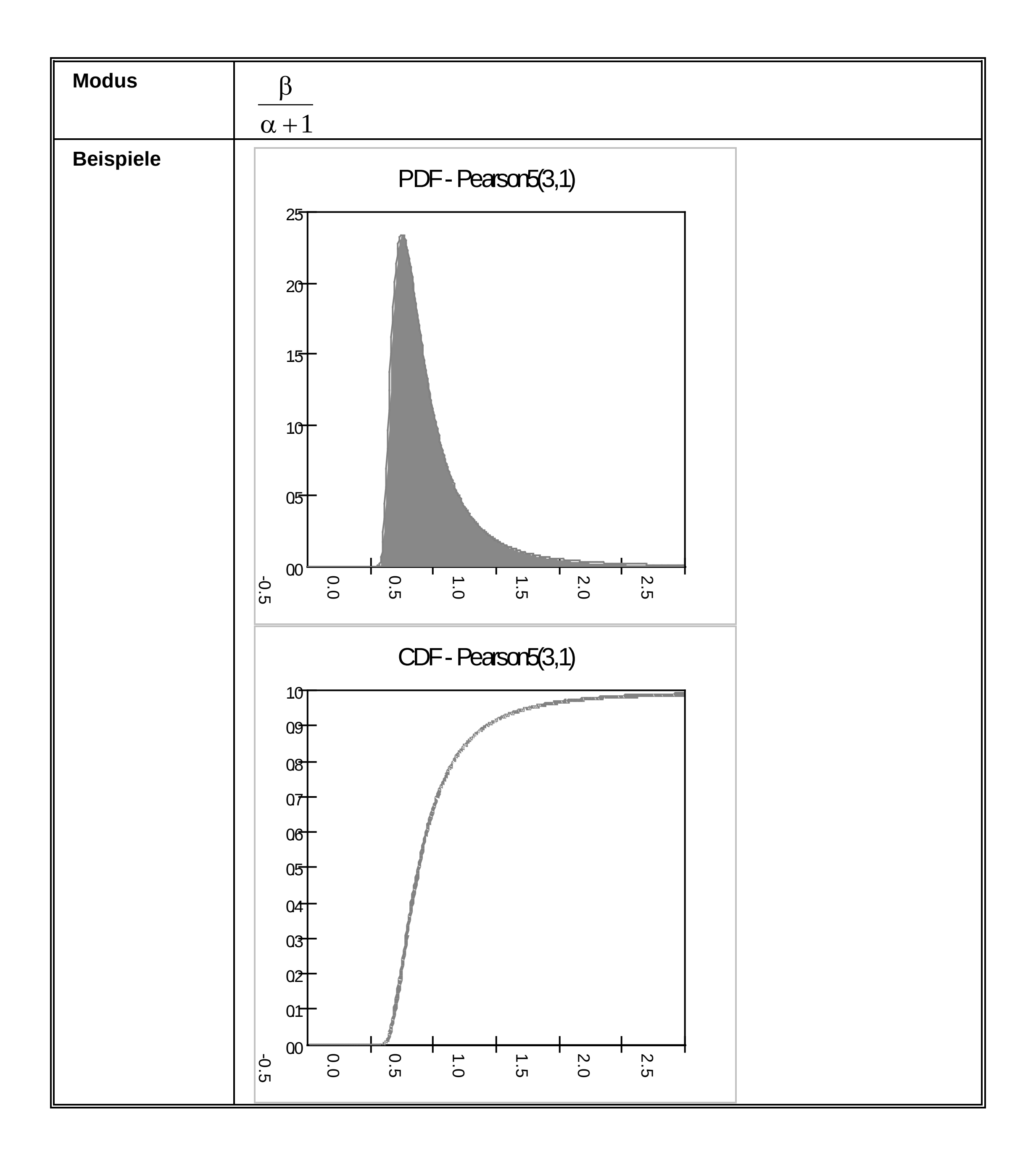
Modus	0
Beispiele	

RiskPareto2Alt, RiskPareto2AltD

Beschreibung	***RiskPareto2Alt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*) kennzeichnet eine Pareto-Verteilung mit zwei Argumenten (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *b* oder *q* handeln.
Beispiele	**RiskPareto2Alt(5%;0,05;95%;5)** kennzeichnet eine Pareto-Verteilung mit einem 5. Perzentil von 0,05 und einem 95. Perzentil von 5.
Richtlinien	*b* muss größer als 0 sein. *q* muss größer als 0 sein. Bei Verwendung von **RiskPareto2AltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskPearson5

Beschreibung	***RiskPearson5***(*alpha;beta*) kennzeichnet eine Pearson-Typ V-Verteilung mit dem Formparameter *alpha* und dem Skalierungsparameter *beta*.
Beispiele	**RiskPearson5(1;1)** kennzeichnet eine Pearson-Typ V-Verteilung, bei welcher der Formparameter und der Skalierungsparameter den Wert 1 haben. **RiskPearson5(C12;C13)** kennzeichnet eine Pearson-Typ V-Verteilung mit einem Formparameterwert aus Zelle C12 und einem Skalierungsparameterwert aus Zelle C13.
Richtlinien	*Alpha* muss größer als 0 sein. *Beta* muss größer als 0 sein.
Parameter	α kontinuierlicher Formparameter $\alpha > 0$ β kontinuierlicher Skalierungsparameter $\beta > 0$
Domäne	$0 \le x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{1}{\beta\Gamma(\alpha)} \cdot \frac{e^{-\beta/x}}{(x/\beta)^{\alpha+1}}$ F(x) hat keine geschlossene Form
Mittelwert	$\frac{\beta}{\alpha - 1}$ für $\alpha > 1$
Varianz	$\frac{\beta^2}{(\alpha-1)^2(\alpha-2)}$ für $\alpha > 2$
Schiefe	$\frac{4\sqrt{\alpha-2}}{\alpha-3}$ für $\alpha > 3$
Wölbung	$\frac{3(\alpha+5)(\alpha-2)}{(\alpha-3)(\alpha-4)}$ für $\alpha > 4$

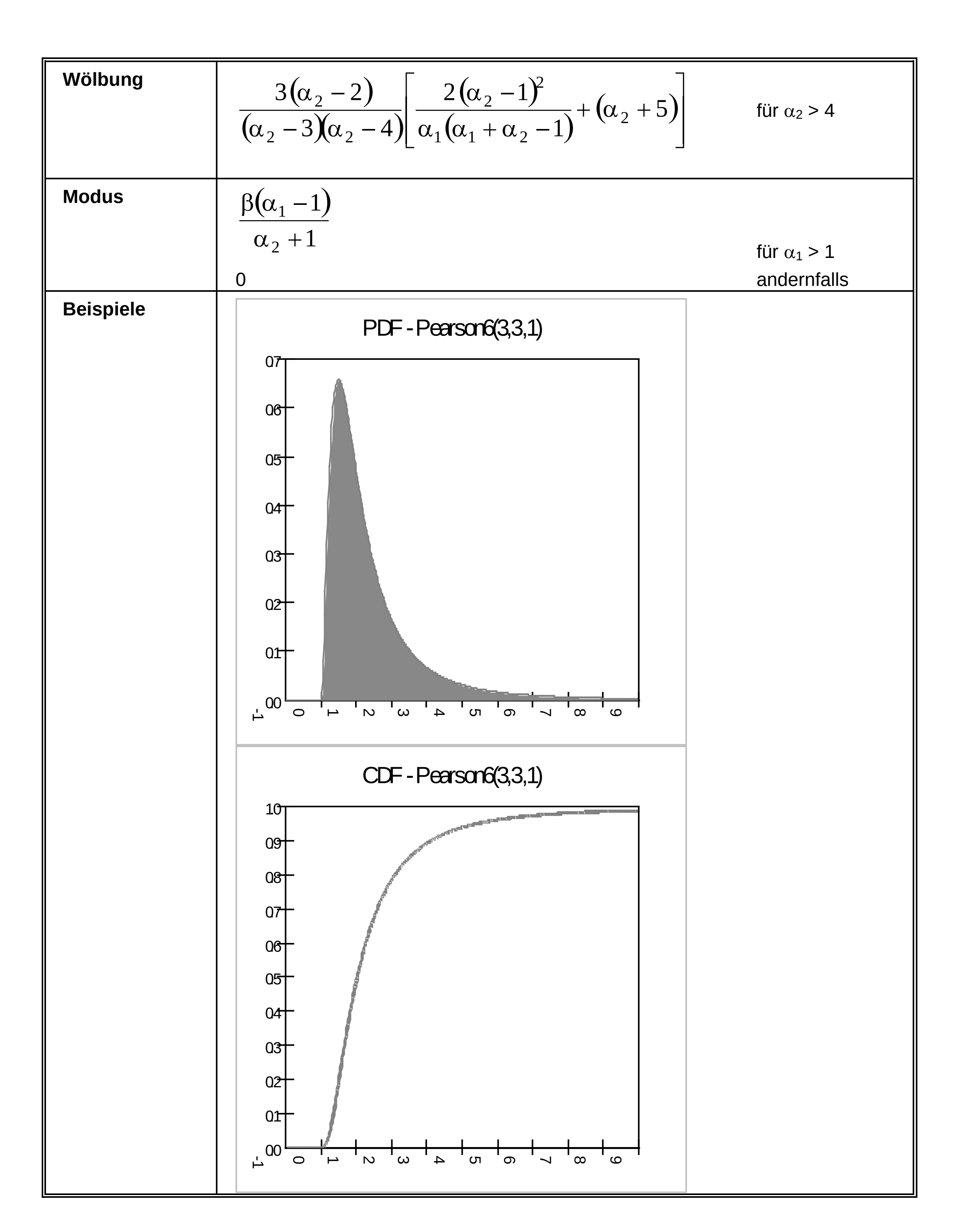
Modus	$\frac{\beta}{\alpha+1}$
Beispiele	

RiskPearson5Alt, RiskPearson5AltD

Beschreibung	***RiskPearson5Alt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*) kennzeichnet eine Pearson-Typ V-Verteilung mit drei Argumenten (*Arg1-Typ* bis *Arg3-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *alpha* oder *beta* handeln.
Beispiele	**RiskPearson5Alt("alpha";2;"beta";5;95%;30)** kennzeichnet eine Pearson-Typ V-Verteilung mit dem Wert 2 für *alpha*, dem Wert 5 für *beta* und einem 95. Perzentil von 30.
Richtlinien	*Alpha* muss größer als 0 sein. *Beta* muss größer als 0 sein. Bei Verwendung von **RiskPearson5AltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskPearson6

Beschreibung	***RiskPearson6***(*alpha1;alpha2;beta*) kennzeichnet ein Pearson-Typ VI-Verteilung mit dem Skalierungsparameter *beta* und den Formparametern *alpha1* und *alpha2*.
Beispiele	**RiskPearson6(5;1;2)** kennzeichnet eine Pearson-Typ VI-Verteilung, in der *beta* den Wert 2, *alpha2* den Wert 1 und *alpha1* den Wert 5 hat. **RiskPearson6(E3;F3;D3)** kennzeichnet eine Pearson-Typ VI-Verteilung mit einem *beta*-Wert aus Zelle D3, einem *alpha1*-Wert aus Zelle E3 und einem *alpha2*-Wert aus Zelle F3.
Richtlinien	A*lpha1* muss größer als 0 sein. A*lpha2* muss größer als 0 sein. *Beta* muss größer als 0 sein.
Parameter	α_1 kontinuierlicher Formparameter $\alpha_1 > 0$ α_2 kontinuierlicher Formparameter $\alpha_2 > 0$ β kontinuierlicher Skalierungsparameter $\beta > 0$
Domäne	$0 \le x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{1}{\beta B(\alpha_1, \alpha_2)} \times \frac{(x/\beta)^{\alpha_1 - 1}}{\left(1 + \frac{x}{\beta}\right)^{\alpha_1 + \alpha_2}}$ F(x) hat keine geschlossene Form wobei *B* die *B*eta-Funktion darstellt
Mittelwert	$\frac{\beta\alpha_1}{\alpha_2 - 1}$ für $\alpha_2 > 1$
Varianz	$\frac{\beta^2\alpha_1(\alpha_1 + \alpha_2 - 1)}{(\alpha_2 - 1)^2(\alpha_2 - 2)}$ für $\alpha_2 > 2$
Schiefe	$2\sqrt{\frac{\alpha_2 - 2}{\alpha_1(\alpha_1 + \alpha_2 - 1)}}\left[\frac{2\alpha_1 + \alpha_2 - 1}{\alpha_2 - 3}\right]$ für $\alpha_2 > 3$

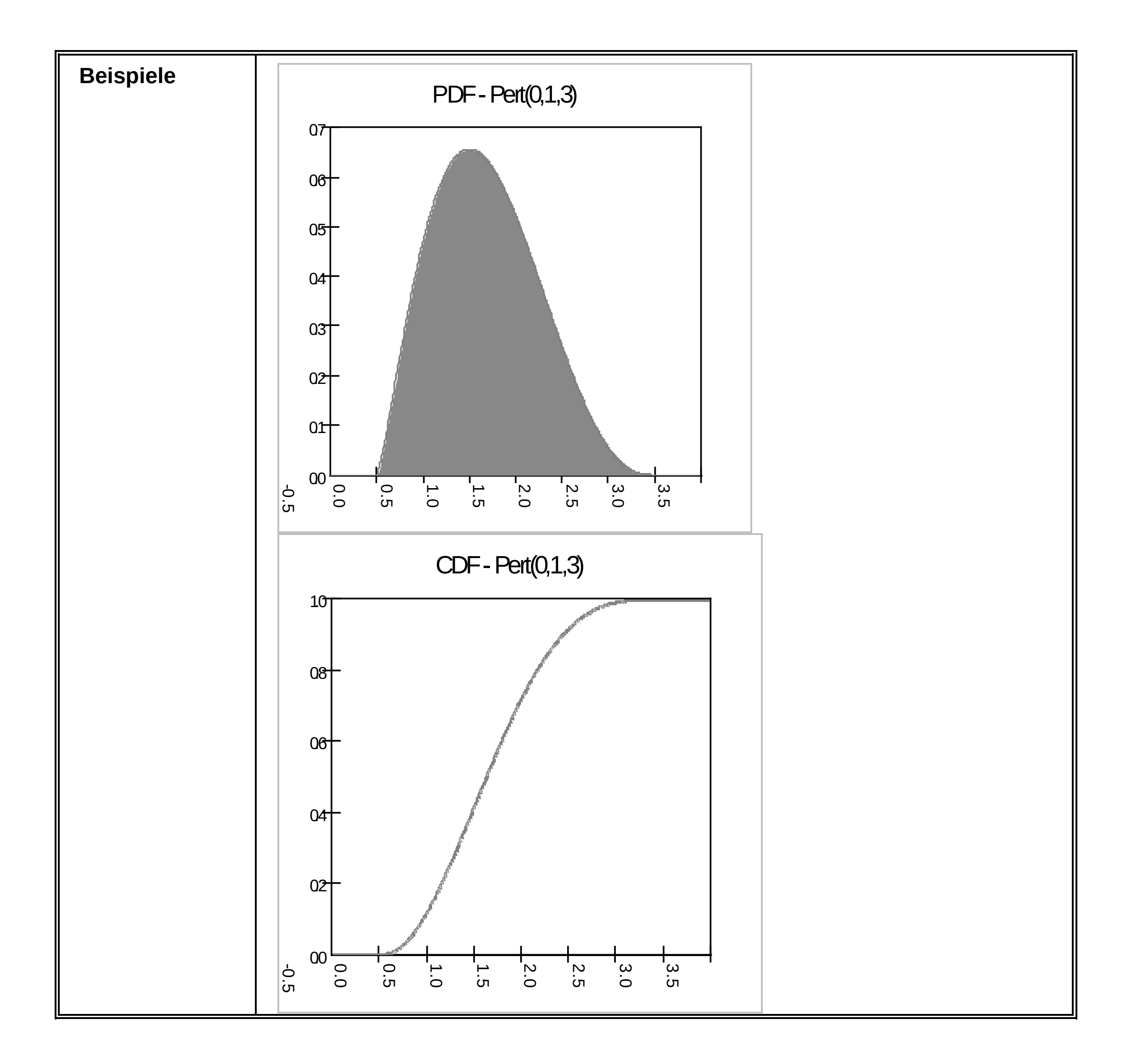


Wölbung	$$\frac{3(\alpha_2-2)}{(\alpha_2-3)(\alpha_2-4)}\left[\frac{2(\alpha_2-1)^2}{\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2-1)}+(\alpha_2+5)\right]$$	für $\alpha_2 > 4$
Modus	$$\frac{\beta(\alpha_1-1)}{\alpha_2+1}$$ 0	für $\alpha_1 > 1$ andernfalls
Beispiele	PDF - Pearson6(3,3,1) CDF - Pearson6(3,3,1)	

RiskPert

Beschreibung	***RiskPert***(*Minimum; Höchstwahrsch.; Maximum*) kennzeichnet eine PERT-Verteilung (d. h. eine Sonderform der Beta-Verteilung) mit einem *Minimal*- und einem *Maximalwert*. Der Formparameter ist aus dem definierten *Höchstwahrscheinlichkeitswert* berechnet worden. Die PERT-Verteilung (PERT = Program Evaluation and Review Technique) ähnelt der Dreiecksverteilung, da sie ebenfalls mit den gleichen drei Parametern arbeitet. Technisch gesehen ist die PERT-Verteilung ein besonderer Fall von skalierter Beta- oder BetaGeneral-Verteilung. In dieser Hinsicht kann PERT als eine pragmatische und leicht verständliche Verteilung verwendet werden. Sie kann allgemein als der Dreiecksverteilung überlegen betrachtet werden, besonders wenn die Parameter eine verzerrte Verteilung ergeben, da die Schiefe dann durch die glatte Kurvenform weniger betont wird. Genau wie die Dreiecksverteilung ist auch die PERT-Verteilung auf beiden Seitenbegrenzt und daher vielleicht nicht ausreichend für einige Modellierungen, die den Zweck haben, extreme Vorfälle oder Ereignisse zu erfassen.
Beispiele	**RiskPert(0;2;10)** kennzeichnet eine Beta-Verteilung mit einem Minimum von 0, einem Maximum von 10 und einem Höchstwahrscheinlichkeitswert von 2. **RiskPert(A1;A2;A3)** kennzeichnet eine PERT-Verteilung mit einem Minimalwert aus Zelle A1, einem Maximalwert aus Zelle A3 und einem Höchstwahrscheinlichkeitswert aus Zelle A2.
Richtlinien	Das *Minimalwert* muss geringer als der *Maximalwert* sein. Der *Höchstwahrscheinlichkeitswert* muss größer als das *Minimum* und kleiner als das *Maximum* sein.
Definitionen	$\mu \equiv \frac{\min + 4 \cdot \text{m.likely} + \max}{6}$ $\alpha_1 \equiv 6\left[\frac{\mu - \min}{\max - \min}\right]$ $\alpha_2 \equiv 6\left[\frac{\max - \mu}{\max - \min}\right]$
Parameter	min — kontinuierlicher Begrenzungsparameter min < max m.likely — kontinuierlicher Parameter min < m.likely < max max — kontinuierlicher Begrenzungsparameter
Domäne	min ≤ x ≤ max — kontinuierlich

Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{(x - \min)^{\alpha_1 - 1}(\max - x)^{\alpha_2 - 1}}{B(\alpha_1, \alpha_2)(\max - \min)^{\alpha_1 + \alpha_2 - 1}}$ $F(x) = \frac{B_z(\alpha_1, \alpha_2)}{B(\alpha_1, \alpha_2)} \equiv I_z(\alpha_1, \alpha_2)$ mit $z \equiv \frac{x - \min}{\max - \min}$ Syntax: *B* stellt die *Beta*-Funktion und B_z die unvollständige *Beta*-Funktion dar.
Mittelwert	$\mu \equiv \frac{\min + 4 \cdot \text{m.likely} + \max}{6}$
Varianz	$\frac{(\mu - \min)(\max - \mu)}{7}$
Schiefe	$\frac{\min + \max - 2\mu}{4}\sqrt{\frac{7}{(\mu - \min)(\max - \mu)}}$
Wölbung	$3\frac{(\alpha_1 + \alpha_2 + 1)\left(2(\alpha_1 + \alpha_2)^2 + \alpha_1\alpha_2(\alpha_1 + \alpha_2 - 6)\right)}{\alpha_1\alpha_2(\alpha_1 + \alpha_2 + 2)(\alpha_1 + \alpha_2 + 3)}$
Modus	m.likely

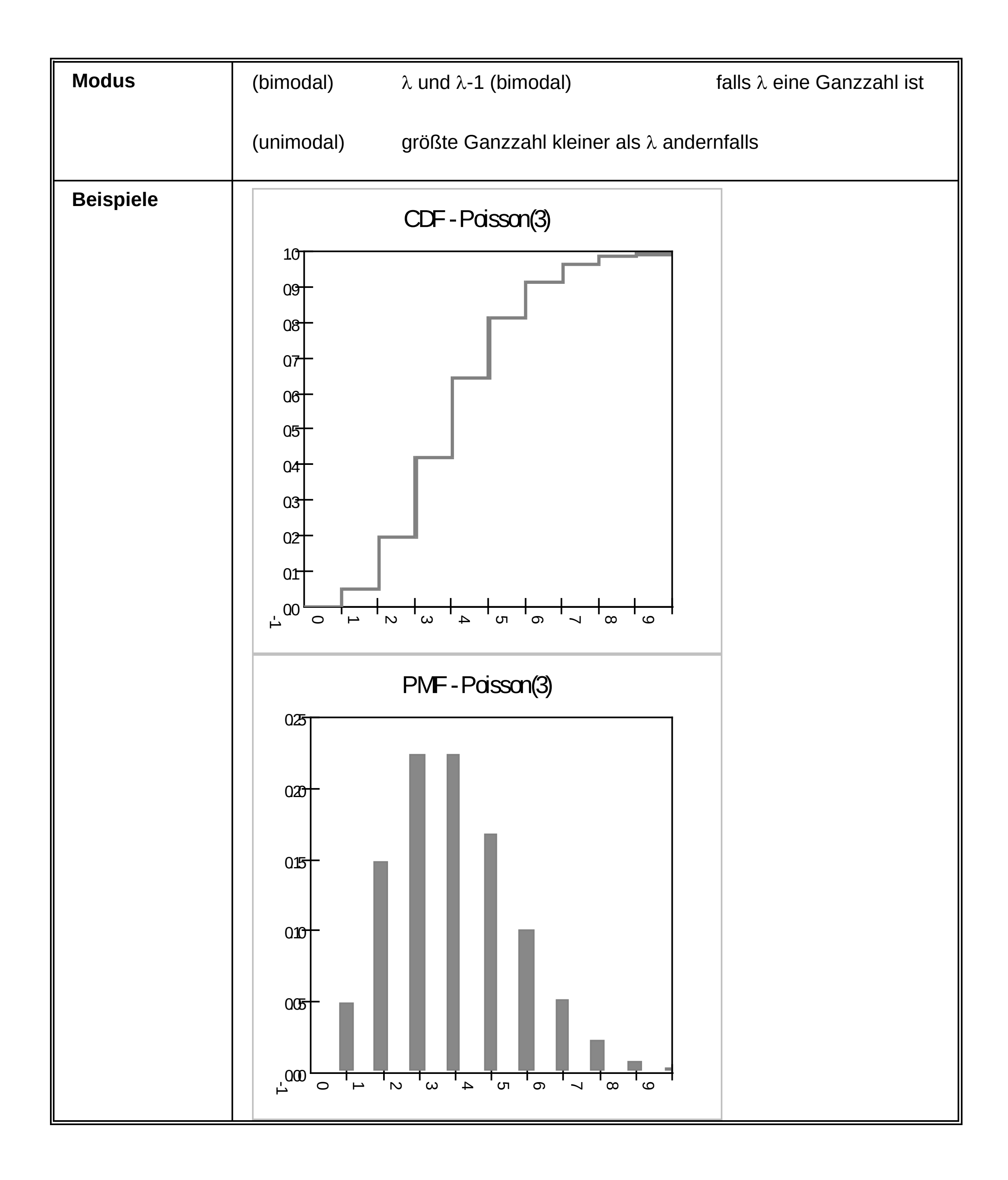
Beispiele	PDF - Pert(0,1,3) 07 06 05 04 03 02 01 00 -0.5 0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 CDF - Pert(0,1,3) 10 08 06 04 02 00 -0.5 0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5

RiskPertAlt, RiskPertAltD

Beschreibung	***RiskPertAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*) kennzeichnet eine PERT-Verteilung mit drei Argumenten (*Arg1-Typ* bis *Arg3-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *min.*, *m.likely* oder *max* handeln.
Beispiele	**RiskPertAlt("min";2;"m. likely";5;95%;30)** kennzeichnet eine PERT-Verteilung mit einem *Minimum* von 2, einem *Höchstwahrscheinlichkeitswert* (m. Likely) von 5 und einem 95. Perzentil von 30.
Richtlinien	Der Wert für *min* darf nicht größer als der für *m. likely* sein. Der Wert für *m. likely* darf nicht größer als der für *max* sein. Der Wert für *min* muss kleiner als der für *max* sein. Bei Verwendung von **RiskPertAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskPoisson

Beschreibung	***RiskPoisson***(*lambda*) kennzeichnet eine Poisson-Verteilung mit dem angegebenen *lambda*-Wert. Das Argument *lambda* entspricht dem Mittelwert der Poisson-Verteilung. Bei der Poisson-Verteilung handelt es sich um eine diskontinuierliche Verteilung, durch die nur Ganzzahlwerte (Integer) größer als oder gleich 0 zurückgegeben werden. Diese Verteilung ist ein Modell für eine Anzahl von Ereignissen, die in einem bestimmten Zeitraum bei gleichbleibender Prozessintensität auftreten. Poisson kann aber auch auf Prozesse in anderen Definitionsbereichen angewendet werden, z. B. im räumlichen Bereich. Die Verteilung kann als eine Erweiterung der Binomial-Verteilung betrachtet werden (deren Domäne diskontinuierlich ist). Die Poisson-Verteilung wird oft von Versicherungs- und Finanzinstituten verwendet, um zu modellieren, wie viele Ereignisse (z. B. Erdbeben, Brände, Börsen-Crashes) evtl. in einem bestimmten Zeitraum auftreten könnten.
Beispiele	**RiskPoisson(5)** kennzeichnet eine Poisson-Verteilung mit einem *lambda*-Wert von 5. **RiskPoisson(A6)** kennzeichnet eine Poisson-Verteilung mit einem *lambda*-Wert aus Zelle A6.
Richtlinien	*Lambda* muss größer als 0 sein.
Parameter	λ Mittelwert der Erfolge kontinuierlich $\lambda > 0$ * *L = 0 kann zwar bei der Modellierung verwendet werden, ergibt aber bei x = 0 eine entartete Verteilung.
Domäne	$0 \le x < +\infty$ diskontinuierliche Ganzzahlen
Mengen- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$ $F(x) = e^{-\lambda} \sum_{n=0}^{x} \frac{\lambda^n}{n!}$
Mittelwert	λ
Varianz	λ
Schiefe	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}}$
Wölbung	$3 + \frac{1}{\lambda}$

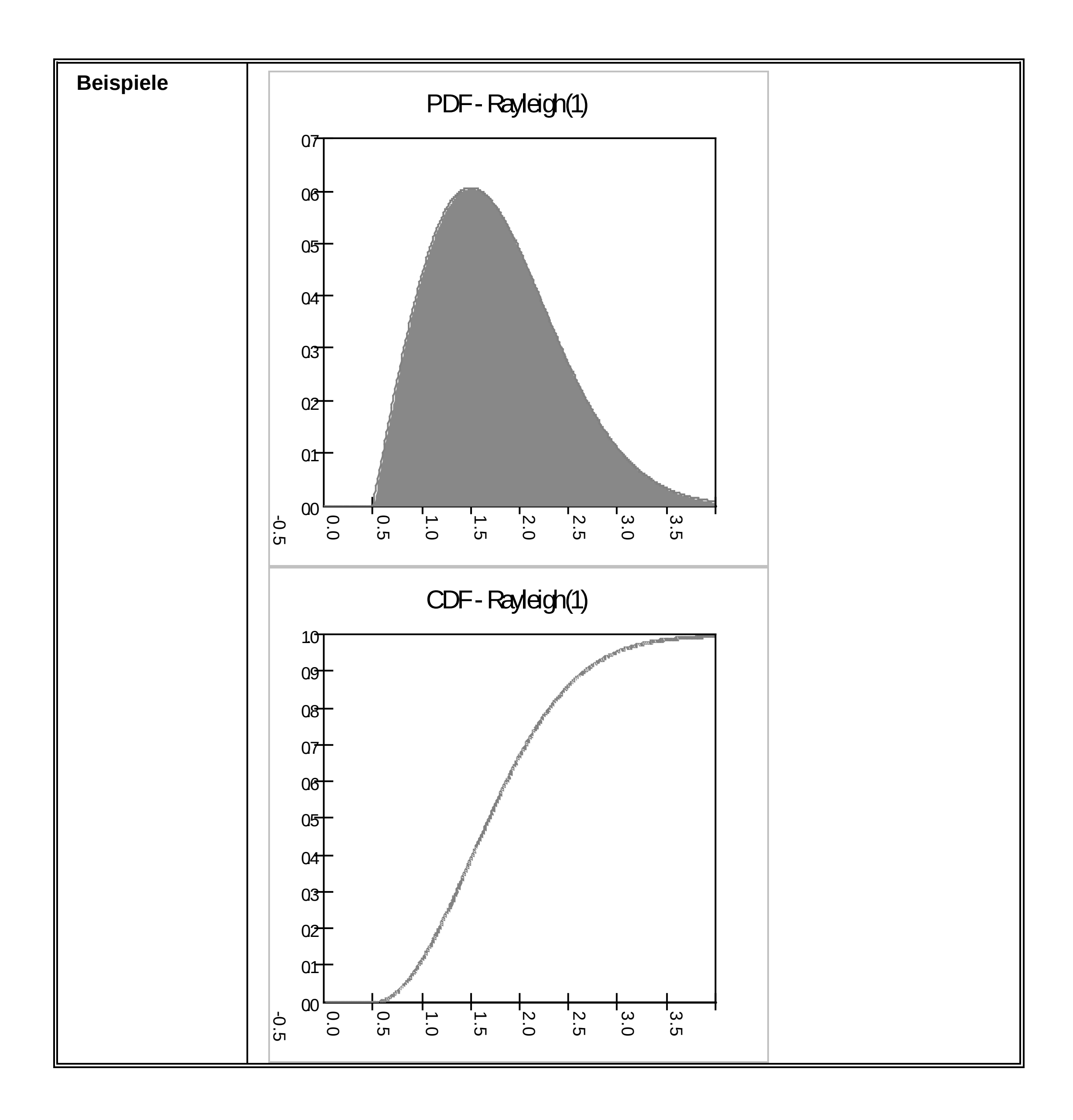


Modus	(bimodal)	λ und λ-1 (bimodal)	falls λ eine Ganzzahl ist
	(unimodal)	größte Ganzzahl kleiner als λ andernfalls	
Beispiele			

RiskRayleigh

Beschreibung	***RiskRayleigh***(*beta*) kennzeichnet eine Rayleigh-Verteilung mit dem Modus *beta*.
Beispiele	**RiskRayleigh(3)** kennzeichnet eine Rayleigh-Verteilung mit dem Modus 3. **RiskRayleigh(C7)** kennzeichnet eine Rayleigh-Verteilung mit einem Modus, der dem Wert in Zelle C7 entspricht.
Richtlinien	*beta* muss größer als 0 sein.
Parameter	*beta* kontinuierlicher Skalierungsparameter *beta* > 0
Domäne	$0 \leq x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{x}{b^2} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x}{b}\right)^2}$ $F(x) = 1 - e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x}{b}\right)^2}$ wobei b = *beta*
Mittelwert	$b\sqrt{\frac{\pi}{2}}$
Varianz	$b^2\left(2 - \frac{\pi}{2}\right)$
Schiefe	$\frac{2(\pi - 3)\sqrt{\pi}}{(4 - \pi)^{3/2}} \approx 0.6311$
Wölbung	$\frac{32 - 3\pi^2}{(4 - \pi)^2} \approx 3.2451$
Modus	*beta*

Beispiele



PDF - Rayleigh(1)
07
06
05
04
03
02
01
00
-0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
CDF - Rayleigh(1)
10
09
08
07
06
05
04
03
02
01
00
-0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5

RiskRayleighAlt, RiskRayleighAltD

Beschreibung	***RiskRayleighAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*) kennzeichnet eine Rayleigh-Verteilung mit zwei Argumenten (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *beta* oder *loc* handeln.
Beispiele	**RiskRayleighAlt(5%;1;95%;10)** kennzeichnet eine Normalverteilung mit einem 5. Perzentil von 1 und einem 95. Perzentil von 10.
Richtlinien	*Beta* muss größer als 0 sein. Bei Verwendung von **RiskRayleighAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskResample

Beschreibung	***RiskResample***(*Methode;{X1;X2;...,Xn}*) kennzeichnet Werteproben aus einem Datensatz mit *n* möglichen Resultaten und gleicher Auftretenswahrscheinlichkeit dieser Resultate. Der Wert für die einzelnen möglichen Resultate wird durch den für das Resultat eingegebenen Wert *x* angegeben. Die Auftretenswahrscheinlichkeit ist für alle Werte gleich. Für das Erheben von Werteproben aus den *x*-Werten verwendet @RISK die Funktion *sampMethod*.Für *sampMethod* sind folgende Optionen verfügbar: *Reihenfolge, Zufällig*, *mit Ersetzung* und *Zufällig, ohne Ersetzung*.
Beispiele	**RiskResample(2;{1;2,1;4,45;99})** kennzeichnet einen Datensatz mit 4 möglichen Resultaten. Bei diesen möglichen Resultaten handelt es sich um die Werte 1; 2,1; 4,45 und 99. Werteproben aus diesen 4 Werten werden *zufällig, mit Ersetzung*, erhoben. **RiskResample(1;A1:A500)** kennzeichnet einen Datensatz mit 500 möglichen Werten. Die möglichen Werte stammen aus den Zellen A1 bis A500. Während einer Simulation werden Proben dieser Werte in Reihenfolge aus dem betreffenden Bereich erhoben.
Richtlinien	*Methode* kann 1. in *Reihenfolge*, 2. *zufällig, mit Ersetzung*, oder 3. *zufällig, ohne Ersetzung* vorgenommen werden. Die Eigenschaftsfunktion *RiskLibrary* kann zusammen mit einer Neuberechnungsfunktion verwendet werden, um die *x*-Daten mit einer Simulationsausgabe zu verknüpfen, die in der @RISK-Bibliothek gespeichert ist. Durch die Eigenschaftsfunktion *RiskLibrary* wird @RISK angewiesen, die neu erhobenen *x*-Daten gemäß der aktuellen Daten zu aktualisieren, die zu Beginn jeder Simulation für die Simulationsausgabe gespeichert werden. Mit anderen Worten, wenn eine neue Version der die Ausgabe enthaltenden Simulation in der @RISK-Bibliothek gespeichert wurde, aktualisiert @RISK vor dem Simulieren ganz automatisch die Funktion *RiskResample* gemäß der neuen Daten für diese Ausgabe. Wenn Sie Zufallswerte mit oder ohne Ersetzungsmethode verwenden, sollten Sie auch den unter „Simulationseinstellungen" definierten Probenerhebungstyp in Betracht ziehen. Wenn die Anzahl der möglichen Werte und die Anzahl der Iterationen sich gleich sind, werden alle Werte sowohl bei *zufällig mit Ersetzung* als auch bei *zufällig ohne Ersetzung* verwendet, sofern der Probenerhebungstyp auf Latin Hypercube eingestellt ist. In diesem Fall wird nämlich jede Schichtung genau nur einmal einbezogen. Die Verwendung des Probenerhebungstyps Monte Carlo führt außerdem zu Doppelwerten, wenn die Probenerhebungsmethode RiskResample auf *zufällig mit Ersetzung* eingestellt ist. Die Eigenschaftsfunktion RiskCorrmat kann nur dann für RiskResample verwendet werden, wenn als sampMethod „zufällig mit Ersetzung" verwendet wird. RiskCorrmat kann nicht zusammen mit anderen Probenerhebungsmethoden eingesetzt werden.

RiskSimTable

Beschreibung	***RiskSimTable***(*{Wert1;Wert2;...;Wertn}*) kennzeichnet eine Auflistung von Werten, die sequenziell in den einzelnen während einer Empfindlichkeitssimulation ausgeführten Simulationen verwendet werden. In einer Empfindlichkeitssimulation ist die Anzahl der Simulationen, die über die Registerkarte **Iterationen** des Befehls **Simulationen** (Menü **Einstellungen**) festgelegt worden ist, immer größer als 1. Bei einer Einzelsimulation oder einer normalen Neuberechnung gibt *RiskSimTable* den ersten Wert aus der Liste zurück. In einem Arbeitsblatt kann eine beliebige Anzahl von *RiskSimTable*-Funktionen verwendet werden. Genau wie bei anderen Funktionen, können *RiskSimTable*-Argumente auch Verteilungsfunktionen einschließen.
Beispiele	**RiskSimTable({10;20;30;40})** kennzeichnet vier Werte, die in jeder von vier Simulationen verwendet werden sollen. In Simulation 1 gibt die Funktion *SIMTABLE* den Wert 10 zurück, in Simulation 2 den Wert 20 usw. **RiskSimTable(A1:A3)** kennzeichnet drei Werte für drei Simulationen. In Simulation 1 wird der Wert aus Zelle A1 zurückgegeben. In Simulation 2 wird der Wert aus Zelle A2 zurückgegeben. In Simulation 3 wird der Wert aus Zelle A3 zurückgegeben.
Richtlinien	Eine beliebige Anzahl von Argumenten kann eingegeben werden. Die Anzahl der ausgeführten Simulationen muss kleiner als oder gleich der Anzahl der Argumente sein. Falls die Anzahl der Argumente kleiner als die Nummer der auszuführenden Simulation ist, wird für diese Simulation die Fehlerfunktion ERR zurückgegeben.

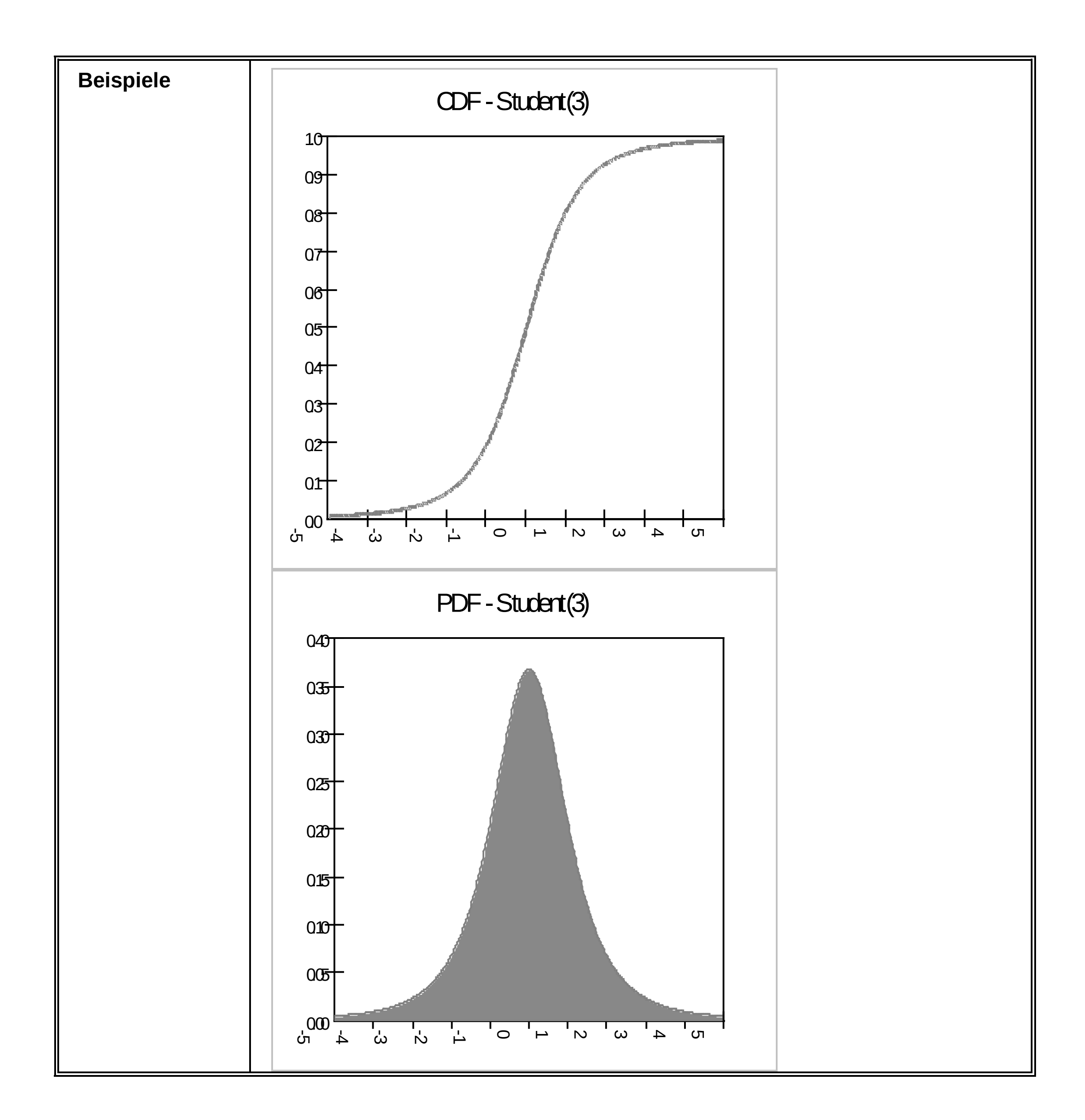
RiskSplice

Beschreibung	***RiskSplice****(Verteilung1* oder *Zellverw;Verteilung2* oder *Zellverw;Spleißpunkt)* kennzeichnet eine Verteilung, die durch Spleißen von Vertteilung1 in Verteilung 2 erstellt wurde, und zwar bei einem *x*-Wert, der durch den Spleißpunkt festgelegt wurde. Proben aus Werten unterhalb des Spleißpunktes werden aus Verteilung1 und Proben aus Werten oberhalb des Spleißpunktes aus Verteilung2 erhoben. Die sich daraus ergebende Verteilung wird in einer Simulation als nur eine Eingabeverteilung angesehen und kann daher korreliert werden.
Beispiele	Durch ***RiskSplice****(RiskNormal(1;1);RiskPareto(1;1);2)* wird eine Normalverteilung mit einem Mittelwert von 1 und einer Standardabweichung von 1 mit einer Pareto-Verteilung zusammengespleißt, bei der am Spleißpunkt 2 der Wert für *theta* =1 und auch der Wert für *a* = 1 ist.
Richtlinien	Verteilung 1 und Verteilung 2 können nicht korreliert werden. Die Funktion *RiskSplice* als solche kann jedoch korreliert werden. *Verteilung1, Verteilung2* und die Funktion *RiskSplice* können Eigenschaftsfunktionen enthalten, aber nicht *RiskCorrmat* (wie bereits vorstehend erwähnt). *Verteilung1* und *Verteilung2* können außerdem auf eine Zelle verweisen, in der eine Verteilungsfunktion enthalten ist. Die beiden Teile der Verteilung werden neu gewichtet, da der gesamte Bereich unter der (gespleißten) Kurve weiterhin gleich 1 sein muss. Somit wird die Wahrscheinlichkeitsdichte eines gegebenen x-Wertes in der resultierenden gespleißten Verteilung wahrscheinlich nicht genau der Dichte in der ursprünglichen Verteilung entsprechen.

RiskStudent

Beschreibung	***RiskStudent***(*nu*) kennzeichnet eine t-Verteilung mit *nu* Freiheitsgraden.
Beispiele	**RiskStudent(10)** kennzeichnet eine t-Verteilung mit 10 Freiheitsgraden. **RiskStudent(J2)** kennzeichnet eine t-Verteilung, bei welcher der Freiheitsgrad vom Wert in Zelle J2 abhängt.
Richtlinien	*nu* muss ein positiver Ganzzahlwert (Integer) sein.
Parameter	ν *der Freiheitsgrad* Ganzzahl $\nu > 0$
Domäne	$-\infty < x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi\nu}} \frac{\Gamma\left(\frac{\nu+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)} \left[\frac{\nu}{\nu + x^2}\right]^{\frac{\nu+1}{2}}$ $F(x) = \frac{1}{2}\left[1 + I_s\left(\frac{1}{2}, \frac{\nu}{2}\right)\right]$ mit $s \equiv \frac{x^2}{\nu + x^2}$ Syntax: Γ stellt die *Gamma*-Funktion und I_x die unvollständige *Beta*-Funktion dar.
Mittelwert	0 für $\nu > 1$* * der Mittelwert ist zwar nicht für $\nu = 1$ definiert, aber die Verteilung ist trotzdem um 0 symmetrisch.
Varianz	$\frac{\nu}{\nu - 2}$ für $\nu > 2$
Schiefe	0 für $\nu > 3$* * die Schiefe ist zwar nicht für $\nu \leq 3$ definiert, aber die Verteilung ist trotzdem um 0 symmetrisch.
Wölbung	$3\left(\frac{\nu - 2}{\nu - 4}\right)$ für $\nu > 4$
Modus	0

Beispiele

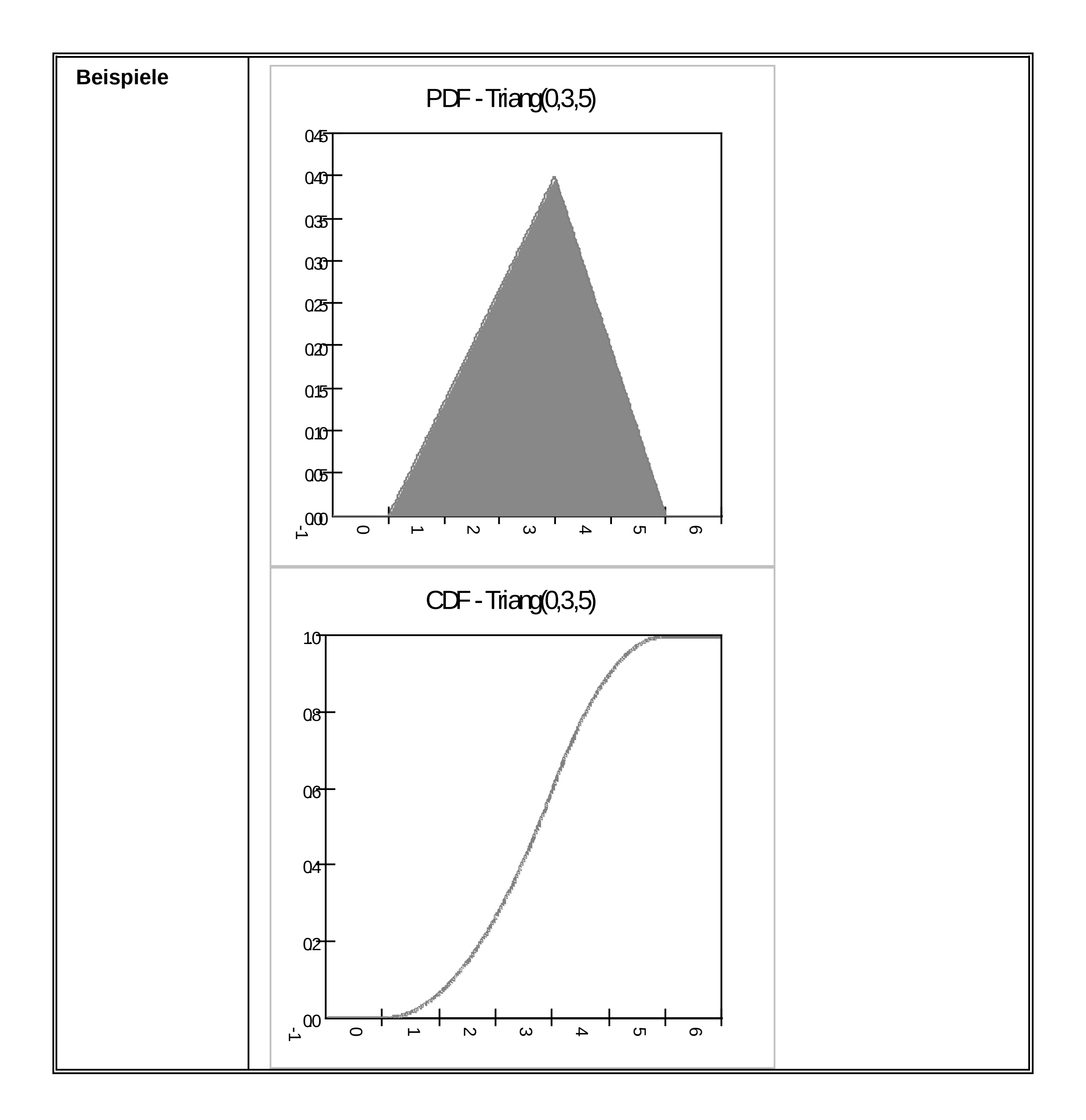


RiskTriang

Beschreibung	***RiskTriang***(*Minimum; Höchstwahrsch.; Maximum*) kennzeichnet eine Dreiecksverteilung mit drei Punkten, nämlich dem *Minimal*-, *Höchstwahrscheinlichkeits*- und *Maximalwert*. Die Richtung der Dreiecksverteilungsschiefe wird durch die Größe des *Höchstwahrscheinlichkeitswertes* im Verhältnis zum *Minimal*- und *Maximalwert* gegeben. Diese Verteilung ist vielleicht die am leichtesten verständliche und pragmatischste Verteilung für grundlegende Risikomodelle. Sie hat eine Anzahl von wünschenswerten Eigenschaften, z. B. einen einfachen Satz von Parametern, einschließlich Verwendung eines Modalwertes, d. h. eines höchstwahrscheinlichen Falles. Eine Dreiecksverteilung hat jedoch zwei wichtige Nachteile. 1.) Wenn die Parameter eine verzerrte Verteilung ergeben, werden evtl. die Ergebnisse in Richtung Schiefe zu sehr betont. 2.) Die Verteilung ist auf beiden Seiten begrenzt, während viele Realitätsvorgänge nur auf einer Seite begrenzt sind.
Beispiele	**RiskTriang(100;200;300)** kennzeichnet eine Dreiecksverteilung mit einem *Minimalwert* von 100, einem *Höchstwahrscheinlichkeitswert* von 200 und einem *Maximalwert* von 300. **RiskTriang(A10/90;B10;500)** kennzeichnet eine Dreiecksverteilung mit einem *Minimalwert*, der dem Wert in Zelle A10 geteilt durch 90 entspricht, einem *Höchstwahrscheinlichkeitswert* aus Zelle B10 und einem *Maximalwert* von 500.
Richtlinien	Der *Minimalwert* darf nicht größer als der *Höchstwahrscheinlichkeitswert* sein. Der *Höchstwahrscheinlichkeitswert* darf nicht größer als der *Maximalwert* sein. Das *Minimalwert* muss geringer als der *Maximalwert* sein.
Parameter	min — kontinuierlicher Begrenzungsparameter min < max * m.likely — Kontinuierlicher Modusparameter min ≤ m.likely ≤ max max — kontinuierlicher Begrenzungsparameter * *min = max* kann zwar zum Modellieren verwendet werden, ergibt jedoch eine entartete Verteilung.
Domäne	min ≤ x ≤ max — kontinuierlich

Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{2(x - min)}{(m.likely - min)(max - min)}$ min ≤ x ≤ m.likely $f(x) = \frac{2(max - x)}{(max - m.likely)(max - min)}$ m.likely ≤ x ≤ max $F(x) = \frac{(x - min)^2}{(m.likely - min)(max - min)}$ min ≤ x ≤ m.likely $F(x) = 1 - \frac{(max - x)^2}{(max - m.likely)(max - min)}$ m.likely ≤ x ≤ max
Mittelwert	$\frac{min + m.likely + max}{3}$
Varianz	$\frac{min^2 + m.likely^2 + max^2 - (max)(m.likely) - (m.likely)(min) - (max)(min)}{18}$
Schiefe	$\frac{2\sqrt{2}}{5} \frac{f(f^2 - 9)}{(f^2 + 3)^{3/2}}$ wobei $f \equiv \frac{2(m.likely - min)}{max - min} - 1$
Wölbung	2.4
Modus	m.likely

Beispiele



RiskTriangAlt, RiskTriangAltD

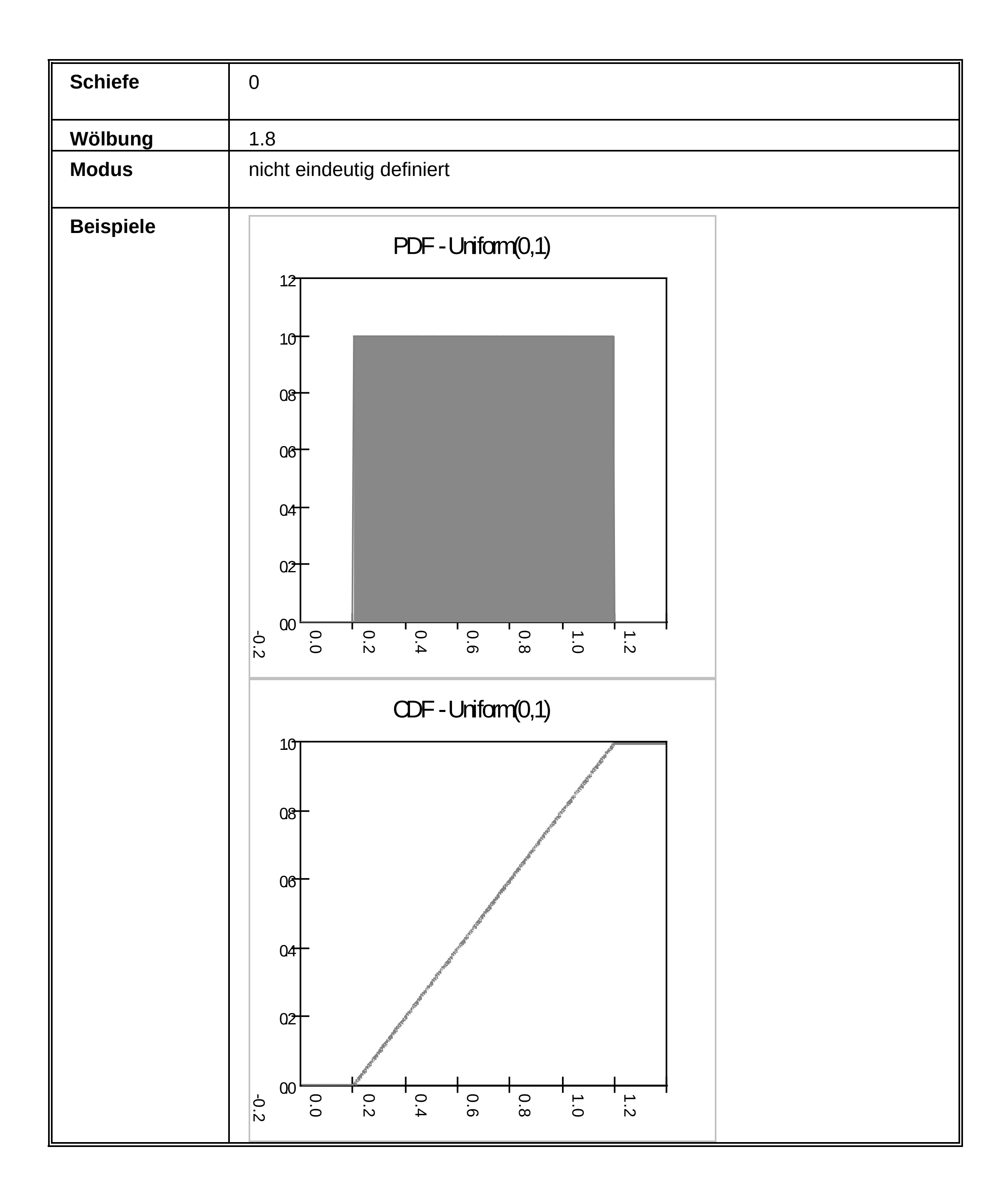
Beschreibung	***RiskTriangAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*) kennzeichnet eine Dreiecksverteilung mit drei Argumenten (*Arg1-Typ* bis *Arg3-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *min.*, *m.likely* oder *max* handeln.
Beispiele	**RiskTriangAlt("min";2;"m. likely";5;95%;30)** kennzeichnet eine Dreiecksverteilung mit einem *Minimum* von 2, einem *Höchstwahrscheinlichkeitswert (m. likely)* von 5 und einem 95. Perzentil von 30.
Richtlinien	Der Wert für *min* darf nicht größer als der für *m. likely* sein. Der Wert für *m. likely* darf nicht größer als der für *max* sein. Der Wert für *min* muss kleiner als der für *max* sein. Bei Verwendung von **RiskTriangAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskTrigen

Beschreibung	***RiskTrigen***(*Unterer Wert; Höchstwahrsch.; Oberer Wert; Unteres Perzentil; Oberes Perzentil*) kennzeichnet eine Dreiecksverteilung mit drei Punkten, nämlich einen für den höchstwahrscheinlichen Wert und je einen für das angegebene untere und obere Perzentil. Bei dem unteren und oberen Perzentil handelt es sich um Werte zwischen 0 und 100. Durch jeden Perzentilwert wird der Prozentsatz des Bereichs unter dem Dreieck angegeben, der sich links vom eingegebenen Punkt befindet. Durch Verwendung der Funktion ***RiskTrigen*** wird das Problem vermieden, dass der Minimal- und der Maximalwert in einer standardmäßigen ***RiskTriang***-Funktion eigentlich gar nicht auftreten können. In der Funktion ***RiskTriang*** sind dieses nämlich die Punkte, an denen die Verteilung die x-Achse schneidet. Mit anderen Worten, dies sind Punkte ohne jegliche Wahrscheinlichkeit. RiskTrigen ist eine besondere Kurzform von RiskTriangAlt. Beispiel: **RiskTrigen(0; 1; 2; 10; 90)** entspricht der Funktion **RiskTriangAlt(10%; 0; “m. lokal”; 1; 90%; 2)**
Beispiele	**RiskTrigen(100;200;300;10;90)** kennzeichnet eine Dreiecksverteilung mit einem 10. Perzentil von 100, einem Höchstwahrscheinlichkeitswert von 200 und einem 90. Perzentil von 300. **RiskTrigen(A10/90;B10;500;30;70)** kennzeichnet eine Dreiecksverteilung, bei welcher der Wert des 30. Perzentil dem Wert in Zelle A10 geteilt durch 90 entspricht. Der Höchstwahrscheinlichkeitswert wird bei dieser Dreiecksverteilung aus Zelle B10 genommen und das 70. Perzentil hat einen Wert von 500.
Richtlinien	Das *untere Wert* darf nicht größer als der *Höchstwahrscheinlichkeitswert* sein. Der *Höchstwahrscheinlichkeitswert* darf nicht größer als das *obere Wert* sein. Das *untere Perzentil* muss kleiner als das *obere Perzentil* sein.

RiskUniform

Beschreibung	***RiskUniform***(*Minimum;Maximum*) kennzeichnet eine (uniform) Wahrscheinlichkeitsgleichverteilung mit einem *Minimal*- und einem *Maximalwert*. Alle Werte im Bereich dieser Verteilung haben die gleiche Auftretenswahrscheinlichkeit. Diese Verteilung wird mitunter auch „no knowledge“ (unkundige) Verteilung genannt. Bei Prozessen, die evtl. im Prinzip einer kontinuierlichen Gleichverteilung folgen, könnte es sich z. B. um die Position eines bestimmten Luftmoleküls in einem Raum oder um die Stelle an einem Autoreifen handeln, an der der nächste Durchstich passieren wird. In vielen ungewissen Situationen gibt es in der Tat einen Basis- oder Modalwert, bei dem die relative Wahrscheinlichkeit von anderen Ergebnissen sich vermindert, d. h. je mehr man sich von diesem Basiswert entfernt. Aus diesem Grund gibt es nur sehr wenige Realitätsfälle, in denen diese Verteilung wirklich alles Wissen erfasst, das über die Situation vorhanden ist. Die Verteilung ist aber trotzdem äußerst wichtig, nicht zuletzt auch wegen der Tatsache, dass sie oft von Zufallszahlalgorithmen als erster Schritt dazu verwendet wird, Werteproben aus anderen Verteilungen zu generieren.
Beispiele	**RiskUniform(10;20)** kennzeichnet eine (uniform) Gleichverteilung mit einem *Minimalwert* von 10 und einem *Maximalwert* von 20. **RiskUniform(A1+90;B1)** kennzeichnet eine (uniform) Gleichverteilung mit einem *Minimalwert*, der dem Wert in Zelle A1 plus 90 entspricht, und einem *Maximalwert* aus Zelle B1.
Richtlinien	Das *Minimalwert* muss geringer als der *Maximalwert* sein.
Parameter	min — kontinuierlicher Begrenzungsparameter min < max * max — kontinuierlicher Begrenzungsparameter * *min = max* kann zwar zum Modellieren verwendet werden, ergibt jedoch eine entartete Verteilung.
Domäne	min ≤ x ≤ max — kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{1}{\max - \min}$ $F(x) = \frac{x - \min}{\max - \min}$
Mittelwert	$\frac{\max - \min}{2}$
Varianz	$\frac{(\max - \min)^2}{12}$



Schiefe	0
Wölbung	1.8
Modus	nicht eindeutig definiert
Beispiele	

RiskUniformAlt, RiskUniformAltD

Beschreibung	***RiskUniformAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert*) kennzeichnet eine Gleichverteilung mit zwei Argumenten (*Arg1-Typ* und *Arg2-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *Minimum* oder *Maximum* handeln.
Beispiele	***RiskUniformAlt*(5%;1;95%;10)** kennzeichnet eine Normalverteilung mit einem 5. Perzentil von 1 und einem 95. Perzentil von 10.
Richtlinien	Der *Minimalwert* muss geringer als der *Maximalwert* sein. Bei Verwendung von **RiskUniformAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

RiskVary

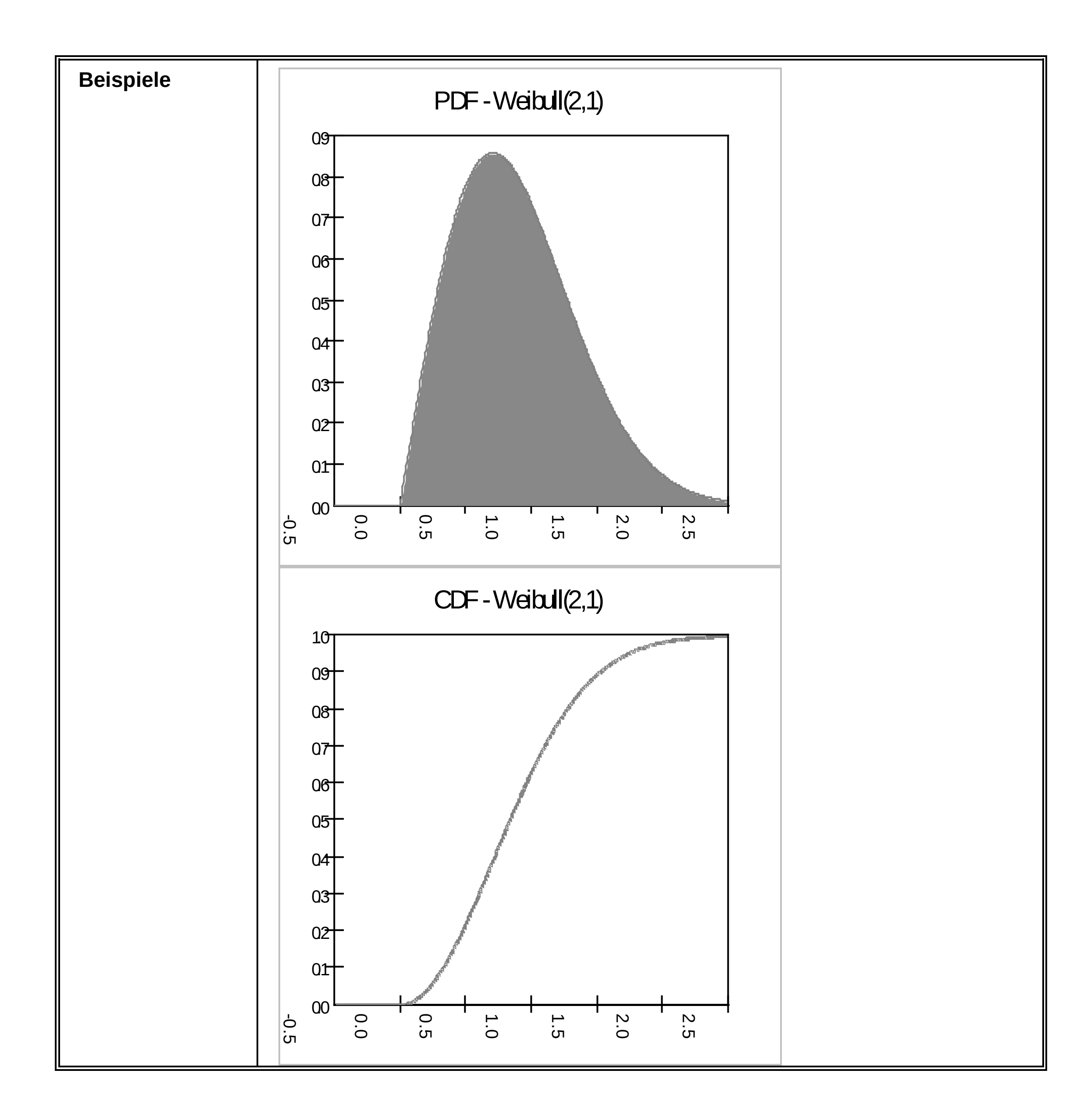
Beschreibung	***VARY* (Basis;Minimum;Maximum;Bereichstyp;Schrittanzahl;Verteilung**) kennzeichnet eine Verteilung, deren Bereich durch einen Minimal- und einen Maximalwert definiert ist. Nötigenfalls können Argumente für Bereichstyp, Schrittanzahl und Verteilung eingegeben werden. Andernfalls werden die Standardwerte für Bereichstyp, Schritte und Verteilung verwendet. Der Basiswert ist der durch die Funktion zurückgegebene Wert, wenn keine Simulation ausgeführt wird." Gewöhnlich ist dies der Wert, der vor Eingabe der *Vary*-Funktion in der Kalkulationstabelle verwendet wurde.
Beispiele	***RiskVary*(100;-10;10;0;8;**"**Triang**"**)** kennzeichnet eine Verteilung mit einem Basiswert von 100, einem Bereich von -10 bis +10, einem %-Bereichstyp, 8 Schritten und einer Dreiecksverteilung im gesamten Min-Max-Bereich. ***RiskVary*(100;A1;B1)** kennzeichnet eine Verteilung, bei der das Minimum des Bereichs durch den Wert in A1 und das Maximum des Bereichs durch den Wert in B1 definiert wird. Bei dieser Funktion werden die standardmäßigen Werte für Bereichstyp, Schrittanzahl und Verteilung verwendet.
Richtlinien	Das *Maximum* muss über dem Basiswert liegen. Der *Basiswert* muss über dem *Minimum* liegen. *Bereichstyp* = 0 bedeutet, dass eine -/+ %-Änderung vom Basiswert aus durch das *Minimum* und das *Maximum* (d.h. z.B. durch -20 % und +20 %) definiert wird. Der Prozentsatz (%) wird als absoluter prozentualer Wert (wie z.B. -20) anstelle von -0,2 eingegeben. *Bereichstyp* = 1 bedeutet, dass eine effektive Minus/Plus (-/+)-Änderung durch das *Minimum* und das *Maximum* (d.h. z.B. durch -150 und +150) definiert wird. *Bereichstyp* = 2 bedeutet, dass das eingegebene *Minimum* den effektiven Minimalwert im Bereich darstellt und das eingegebene *Maximum* den effektiven Maximalwert (z.B. 90 und 110). Der Wert für *Schrittanzahl (#Steps*) muss ein positiver Ganzzahlwert sein. Dieses Argument wird nur bei einer WENN-Analyse im Zusammenhang mit TopRank verwendet. Für *Verteilung* muss "Normal", "Triang", "Trigen", "Uniform" oder "Pert" angegeben werden, und zwar müssen die Verteilungsnamen in Anführungszeichen stehen. Der *Standardbereichstyp* ist -/+ %-Änderung, *Schrittanzahl* = 5 und *Verteilung* = Triang

RiskWeibull

Beschreibung	***RiskWeibull***(*alpha;beta*) erstellt eine Weibull-Verteilung mit dem Formparameter *alpha* und dem Skalierungsparameter *beta*. Bei der Weibull-Verteilung handelt es sich um eine stetige Verteilung, bei der Form und Skalierung ganz erheblich von den eingegebenen Argumentswerten abhängen. Weibull wird oft als Verteilung der Zeit bis zum ersten Auftreten eines anderen zeitlich kontinuierlichen Prozesses verwendet, wenn eine unbeständige Auftretensintensität erwünscht ist. Diese Verteilung ist ausreichend flexibel, um eine implizite Annahme der beständig zunehmenden oder abnehmenden Intensität zu ermöglichen, und zwar je nach zugehörigem Parameter (〈<1, =1 oder >1 stellen Prozesse von zunehmender, beständiger bzw. abnehmender Intensität dar; ein Prozess mit beständiger Intensität entspricht einer Exponentialverteilung). In der Wartungs- oder Lebensdauermodellierung kann man *〈<1* verwenden, um zu zeigen, dass mit zunehmendem Maschinen- und Gerätealter ein Ausfall immer wahrscheinlicher wird.
Beispiele	Durch **RiskWeibull(10;20)** wird eine Weibull-Verteilung mit dem Formparameter 10 und dem Skalierungsparameter 20 erstellt. Durch **RiskWeibull(D1;D2)** wird eine Weibull-Verteilung mit einem Formparameter aus Zelle D1 und einem Skalierungsparameter aus Zelle D2 erstellt.
Richtlinien	Sowohl der Formparameter *alpha* als auch der Skalierungsparameter *beta* muss größer als 0 sein.
Parameter	α kontinuierlicher Formparameter $\alpha > 0$ β kontinuierlicher Skalierungsparameter $\beta > 0$
Domäne	$0 \le x < +\infty$ kontinuierlich
Dichte- und Summen-Verteilungs-funktionen	$f(x) = \frac{\alpha x^{\alpha-1}}{\beta^{\alpha}} e^{-(x/\beta)^{\alpha}}$ $F(x) = 1 - e^{-(x/\beta)^{\alpha}}$
Mittelwert	$\beta\Gamma\left(1+\frac{1}{\alpha}\right)$ Syntax: Γ ist die *Gamma*-Funktion
Varianz	$\beta^2\left[\Gamma\left(1+\frac{2}{\alpha}\right)-\Gamma^2\left(1+\frac{1}{\alpha}\right)\right]$ Syntax: Γ ist die *Gamma*-Funktion

Schiefe	$$\frac{\Gamma\left(1+\frac{3}{\alpha}\right)-3\Gamma\left(1+\frac{2}{\alpha}\right)\Gamma\left(1+\frac{1}{\alpha}\right)+2\Gamma^3\left(1+\frac{1}{\alpha}\right)}{\left[\Gamma\left(1+\frac{2}{\alpha}\right)-\Gamma^2\left(1+\frac{1}{\alpha}\right)\right]^{3/2}}$$ Syntax: Γ ist die *Gamma*-Funktion
Wölbung	$$\frac{\Gamma\left(1+\frac{4}{\alpha}\right)-4\Gamma\left(1+\frac{3}{\alpha}\right)\Gamma\left(1+\frac{1}{\alpha}\right)+6\Gamma\left(1+\frac{2}{\alpha}\right)\Gamma^2\left(1+\frac{1}{\alpha}\right)-3\Gamma^4\left(1+\frac{1}{\alpha}\right)}{\left[\Gamma\left(1+\frac{2}{\alpha}\right)-\Gamma^2\left(1+\frac{1}{\alpha}\right)\right]^{2}}$$ Syntax: Γ ist die *Gamma*-Funktion
Modus	$\beta\left(1-\frac{1}{\alpha}\right)^{1/\alpha}$ für $\alpha > 1$ 0 für $\alpha \leq 1$

Beispiele



PDF - Weibull(2,1)
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
-0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
CDF - Weibull(2,1)
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
-0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5

RiskWeibullAlt, RiskWeibullAltD

Beschreibung	***RiskWeibullAlt***(*Arg1-Typ; Arg1-Wert; Arg2-Typ; Arg2-Wert; Arg3-Typ; Arg3-Wert*) kennzeichnet eine Weibull-Verteilung mit drei Argumenten (*Arg1-Typ* bis *Arg3-Typ)*. Bei diesen Argumenten kann es sich entweder um ein *Perzentil* zwischen 0 und 1 oder um *alpha* oder *beta* handeln.
Beispiele	***RiskWeibullAlt*("alpha";1;"beta";1;95%;3)** kennzeichnet eine Weibull-Verteilung mit dem Wert 1 für *alpha*, dem Wert 1 für *beta* und einem 95. Perzentil von 3.
Richtlinien	Sowohl der Formparameter *alpha* als auch der Skalierungsparameter *beta* muss größer als 0 sein. Bei Verwendung von **RiskWeibullAltD** sind alle eingegebenen Perzentilwerte kumulativ absteigend, wodurch angegeben wird, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert nicht kleiner als der eingegebene Wert ist.

Referenz: Verteilungseigenschaftsfunktionen

Mithilfe folgender Funktionen können Verteilungsfunktionen optionale Argumente hinzugefügt werden. Diese Argumente sind nicht unbedingt erforderlich und sollten daher nur bei Bedarf eingesetzt werden.

Optionale Argumente werden unter Verwendung von @RISK-Verteilungseigenschaftsfunktionen angegeben, die in einer Verteilungsfunktion eingebettet sind.

RiskCategory

Beschreibung	***RiskCategory***(*Kategoriename*) benennt die Kategorie, die bei Anzeige einer Eingabeverteilung verwendet werden soll. Dieser Name weist auf die Gruppe hin, in der eine Eingabe in der Eingabenliste des @RISK-Modellfensters sowie auch in den Berichten erscheinen wird, in denen die Simulationsergebnisse für die Eingabe enthalten sind.
Beispiele	Durch **RiskTriang(10;20;30;RiskCategory("Preise"))** wird die Wahrscheinlichkeitsverteilung *RiskTriang*(10;20;30) in der Kategorie „Preise“ platziert.
Richtlinien	Der angegebene Kategorie muss in Anführungszeichen gesetzt werden. Zum Definieren eines passenden Kategorienamens kann jeder beliebige gültige Zellverweis verwendet werden.

RiskCollect

Beschreibung	Durch ***RiskCollect***() werden bestimmte Verteilungsfunktionen identifiziert, deren Werteproben während einer Simulation erfasst werden und deren: • Statistiken angezeigt werden • Datenpunkte zur Verfügung stehen • Empfindlichkeiten und Szenarios berechnet werden Wenn *RiskCollect* verwendet wird und im Dialogfeld **Simulationseinstellungen** unter **Verteilungswerteproben erfassen** die Option **Mit *Collect* markierte Eingaben** ausgewählt wurde, werden nur die durch *RiskCollect* identifizierten Funktionen in der Explorer-artigen Liste des Ergebnisübersichtsfensters angezeigt. Bei früheren @RISK-Versionen wurde die Funktion *RiskCollect* dadurch eingegeben, dass sie direkt in die Zellformel gesetzt wurde, und zwar vor die Verteilungsfunktion, für welche die Werteproben erfasst werden sollen, z. B. wie folgt: **=RiskCollect()+RiskNormal(10;10)** *RiskCollect* wird meistens dann eingesetzt, wenn eine große Anzahl von Verteilungsfunktionen in einem simulierten Arbeitsblatt vorhanden sind, aber die Empfindlichkeits- und Szenario-Analyse nur für einen vorher identifizierten wichtigen Teil der Verteilungen ausgeführt werden soll. *RiskCollect* kann auch zum Umgehen von Windows-Speicherbeschränkungen benutzt werden, damit dann bei einer großen Simulation die Empfindlichkeits- und Szenario-Analyse für sämtliche Funktionen ausgeführt werden kann.
Beispiele	Durch ***RiskNormal(10;2;RiskCollect())*** werden die Werteproben aus der Wahrscheinlichkeitsverteilung RiskNormal(10;2) erfasst.
Richtlinien	Die COLLECT-Funktionen können nur dann wirksam werden, wenn im Dialogfeld **Simulationseinstellungen** das Kontrollkästchen für **Mit *Collect* markierte Eingaben** aktiviert ist.

RiskConvergence

Beschreibung	Durch ***RiskConvergence***(*Toleranz; Toleranztyp; Aussagewahrsch.; stat.Mittelwert; stat.Standardabw.; stat.Perzentil; Perzentil*) werden die Konvergenzüberwachungsinformationen für eine bestimmte Ausgabe angegeben. *Toleranz* ist der gewünschte Toleranzbetrag (+/-); *Toleranztyp* gibt die Art des eingegebenen Toleranzwerts an (1 für Istwerte (+/-), 2 für relative oder Prozentwerte (+/-); *Aussagewahrscheinlichkeit* ist die Wahrscheinlichkeit, dass Ihre Schätzung zutrifft; *stat.Mittelwert, stat.Standardabw.* und *stat.Perzentil* sind auf WAHR eingestellt, um die gewünschte Überwachungsstatistik auszuwählen, und durch *Perzentil* wird das Perzentil für die Überwachung eingegeben, wenn *stat.Perzentil* auf WAHR eingestellt ist. Durch *RiskConvergence* wird FALSCH zurückgegeben, wenn die Ausgabe nicht konvergent ist. Bei Konvergenz wird dagegen WAHR zurückgegeben.
Beispiele	***RiskOutput(;;;RiskConvergence(3%;2;95%;WAHR))*** legt eine +/- 3%ige Toleranz mit einer 95%igen Aussagewahrscheinlichkeit fest, wobei die überwachte Statistik den Mittelwert darstellt
Richtlinien	Diese Eigenschaftsfunktion setzt jede andere standardmäßige Konvergenzüberwachung, die evtl. im Dialogfeld **Simulationseinstellungen** angegeben wurde, außer Kraft. Die Eigenschaftsfunktion *RiskConvergence* ist nur für Simulationsausgaben verfügbar.

RiskCorrmat

Beschreibung	Durch ***RiskCorrmat***(*Matrix-Zellbereich;Position;Instanz*) wird eine Verteilungsfunktion identifiziert, die zu einem Satz von in Korrelation stehenden Verteilungsfunktionen gehört. Diese Funktion wird zur Angabe von Korrelationen mit mehreren Merkmalsvariablen verwendet. Durch *RiskCorrmat* wird 1) die Matrix der Rangkorrelations-Koeffizienten und 2) die Position in der Matrix der Koeffizienten identifiziert, die verwendet wird, um die der Funktion *RiskCorrmat* folgende Verteilungsfunktion in Korrelation zu bringen. In Korrelation stehende Verteilungsfunktionen werden meistens über den Befehl **Korrelationen definieren** definiert. Sie können dieselbe Art der Korrelation aber auch über die Funktion *RiskCorrmat* direkt in die Kalkulationstabelle eingeben. Bei der durch den *Matrix-Zellbereich* identifizierten Matrix handelt es sich um eine Matrix der Rangkorrelations-Koeffizienten. Jedes Element (oder jede Zelle) in der Matrix enthält einen Korrelations-Koeffizienten. Die Anzahl der durch die Matrix in Korrelation gebrachten Verteilungsfunktionen entspricht der Anzahl der in der Matrix befindlichen Zeilen oder Spalten. Durch das Argument *Position* wird in der Matrix die Spalte (oder Zeile) angegeben, die verwendet wird, um die der Funktion *RiskCorrmat* folgenden Verteilungsfunktion in Korrelation zu bringen. Die Koeffizienten, die sich in der durch das Argument *Position* identifizierten Spalte (oder Zeile) befinden, werden benutzt, um die identifizierte Verteilungsfunktion mit den anderen durch die Matrix dargestellten Verteilungsfunktionen in Korrelation zu bringen. Durch den Wert in einer Matrix-Zelle wird der Korrelations-Koeffizient zwischen 1) der Verteilungsfunktion, deren *RiskCorrmat-Position* der Spaltenkoordinate der Zelle entspricht, und 2) der Verteilungsfunktion, deren RiskCorrmat-*Position* der Zeilenkoordinate der Zelle entspricht, dargestellt. *Positionen* (und Koordinaten) bewegen sich im Bereich von 1 bis N, wobei N die Anzahl der Spalten oder Zeilen in der Matrix darstellt. Das Argument *Instanz* ist optional und wird immer dann benutzt, wenn mehrere Gruppen von korrelierten Eingaben die gleiche Korrelationskoeffizienten-Matrix verwenden. *Instanz* ist ein Ganzzahl- oder Zeichenfolgen-Argument und alle Eingaben in einer korrelierten Gruppe von Eingaben haben den gleichen Instanzwert oder die gleiche Zeichenfolge. Zeichenfolgen (String)-Argumente, mit denen eine *Instanz* angegeben wird, müssen in Anführungszeichen gesetzt werden. Durch die Funktion RiskCorrmat werden in Korrelation stehende Sätze von Zufallszahlen generiert, die durch die einzelnen in Korrelation stehenden Verteilungsfunktionen für die Probenerhebung verwendet werden. Die auf Basis der in Korrelation stehenden Zufallswerte berechnete Matrix der Rangkorrelations-Koeffizienten entspricht so gut wie möglich der in das Arbeitsblatt eingegebenen Matrix der Zielkorrelations-Koeffizienten.

	Sobald während einer Simulation die erste *RiskCorrmat*-Funktion aufgerufen wird, werden die durch diese Funktion angegebenen Sätze von in Korrelation stehenden Zufallswerten generiert. Das passiert in einer Simulation meistens während der ersten Iteration. Dadurch kann eine Verzögerung verursacht werden, da die Werte geordnet und in Korrelation gebracht werden müssen. Das Ausmaß der Verzögerung hängt ganz von der Anzahl der Iterationen und der in Korrelation stehenden Variablen ab. Die Korrelation wird nur während einer Simulation ausgeführt und nicht während einzelner Neuberechnungen mit Zufallswerten, die durch @RISK-Funktionen zurückgegeben werden. Die Methode, die zur Erstellung von mehrfachen Rangkorrelations-Verteilungsfunktionen verwendet wird, ist ähnlich wie die Methode für DEPC- und INDEPC-Funktionen. Weitere diesbezügliche Informationen finden Sie in diesem Kapitel im Abschnitt **Rangkorrelations-Koeffizientenwerte** unter „Funktion DEPC“. Die Eingabe von CORRMAT-Funktionen außerhalb einer Verteilungsfunktion (z. B. in Form von *RiskCorrmat+Verteilungsfunktion*) wird wie in früheren @RISK-Versionen weiterhin unterstützt. Diese Funktionen werden jedoch in die zu korrelierende Verteilungsfunktion eingebracht, sobald die Formel oder korrelierte Verteilung im @RISK-Modellfenster bearbeitet wird.
Beispiele	Durch ***RiskNormal(10;10; RiskCorrmat(C10:G14;1;”Matrix 1”))*** wird angegeben, dass die Probenerhebung durch die Verteilungsfunktion Normal(10;10) über die erste Spalte der 5 x 5-Matrix der Korrelations-Koeffizientenwerte gesteuert wird, die sich im Zellbereich C10:G14 befindet. Durch diese Matrix werden 5 in Korrelation stehende Verteilungen dargestellt und die Matrix besteht dementsprechend aus 5 Spalten. Die Koeffizienten, die dazu benutzt wurden, Normal (10;10) in Korrelation mit den anderen 4 Verteilungen zu bringen, befinden sich in Zeile 1 der Matrix. Diese Verteilung, nämlich Normal (10;10), wird mit den anderen Verteilungen; welche die Instanz *Matrix 1* in ihren eingebetteten *RiskCorrmat*-Funktionen enthalten, in Korrelation gebracht.
Richtlinien	In einem Arbeitsblatt können mehrere Matrizen mit Korrelations-Koeffizienten verwendet werden. Die Matrix der Korrelations-Koeffizienten, die auf Basis der durch @RISK generierten und in Korrelation stehenden Zufallswerte berechnet wurde, entspricht so gut wie möglich der im *Matrix-Zellbereich* befindlichen Matrix der Zielkorrelations-Koeffizienten. Es kann jedoch sein, dass die Zielkoeffizienten inkonsistent sind und daher eine Annäherung nicht möglich ist. In diesem Fall wird der Benutzer durch @RISK entsprechend benachrichtigt. Irgendwelche leere Zellen oder Labels im *Matrix-Zellbereich* bedeuten, dass der entsprechende Korrelations-Koeffizient gleich Null ist. Für *Position* kann ein Wert zwischen 1 und N angegeben werden, wobei N die Anzahl der Spalten in der Matrix darstellt. Der *Matrix-Zellbereich* muss quadratisch sein, d. h. er muss genauso viele Zeilen wie Spalten enthalten. In @RISK werden die Korrelations-Koeffizienten im *Matrix-Zellbereich* standardmäßig der Zeile nach verwendet. Aus diesem Grunde brauchen die Werte nur in die obere Hälfte der Matrix (oder, falls die Matrix diagonal läuft, in die obere rechte Hälfte) eingegeben zu werden.

	Korrelationskoeffizienten dürfen nicht größer als 1 und nicht kleiner als -1 sein. Diagonalkoeffizienten in der Matrix müssen gleich 1 sein. In Excel kann eine *Anpassungsfaktoren-Matrix* definiert werden, über die die Anpassung der Koeffizienten gesteuert werden kann, wenn die eingegebene Korrelations-Matrix inkonsistent ist. Dieser Matrix wird ein Excel-Bereichsname gegeben, der dem Namen der betreffenden Korrelations-Matrix entspricht, aber mit der Erweiterung *_Faktoren* versehen ist. Auch hat die Anpassungsfaktoren-Matrix die gleiche Anzahl an Elementen wie die damit verbundene Korrelations-Matrix Die Zellen der Anpassungsfaktoren-Matrix enthalten Werte, die zwischen 0 und 100 liegen (eine leere Zelle entspricht dem Wert 0). Ein Anpassungsfaktor von 0 kennzeichnet, dass der in der damit verbundenen Korrelations-Matrix befindliche Koeffizient während der Korrektur der Matrix beliebig angepasst werden kann. Ein Faktor von 100 bedeutet dagegen, dass der betreffende Koeffizient festliegt und nicht weiter angepasst werden kann. Bei Faktorenwerten, die zwischen diesen beiden Extremen liegen, kann der betreffende Koeffizient dem Faktor entsprechend geändert werden. Es ist möglich, zwei oder mehr Zeitserienfunktionen unter Verwendung von RiskCorrmat-Eigenschaftsfunktionen zu korrelieren, genauso wie das mit normalen @RISK-Verteilungsfunktionen möglich ist. Es muss jedoch unbedingt beachtet werden, dass eine Korrelation unter Zeitserien sich grundsätzlich von einer Korrelation unter standardmäßigen Verteilungen unterscheidet. Ein Korrelation zwischen zwei Zeitserienfunktionen bedeutet, dass bei jeder Iteration die durch die beiden Zeitserien zurückgegebene Wertegruppe den angegebenen Korrelations-Koeffizienten unterliegt. Bei der Korrelation zwischen zwei standardmäßigen @RISK-Verteilungsfunktionen ist jedoch die gesamte Simulation erforderlich, um diese Korrelation sichtbar zu machen. Bei Zeitserienmodellen wird der Wert zu einer bestimmten Zeit generiert, und zwar auf Basis von bekannten Werten aus vorherigen Zeitperioden und einer zufällig verteilten Weißrausch-Variablen. Es sind die Geräuschverteilungen, die dann den angegebenen Korrelationen Folge leisten.

RiskDepC

Beschreibung	***RiskDepC****(ID;Koeffizient*) kennzeichnet eine abhängige Variable in einem in Korrelation stehenden Probenerhebungs-Paar. Die *ID* ist die gleiche Zeichenfolge, durch die auch die mit der abhängigen Variablen in Korrelation stehende unabhängige Variable identifiziert wurde. Bei dieser Zeichenfolge sind Anführungszeichen erforderlich. Es handelt sich hier um die gleiche Zeichenfolge, die bei der Funktion RiskIndepC für die unabhängige Variable verwendet wird. Der eingegebene Koeffizient stellt den Rangkorrelations-Koeffizienten dar, durch den die Beziehung zwischen den Werteproben für die durch RiskDepC und RiskIndepC identifizierten Verteilungen beschrieben wird. Die Funktion *RiskDepC* wird zusammen mit der Verteilungsfunktion benutzt, durch welche die möglichen Werte für die abhängige Variable angegeben werden. **Rangkorrelations-Koeffizientenwerte** Der Rangkorrelations-Koeffizient wurde durch C. Spearman Anfang dieses Jahrhunderts entwickelt. Dieser Koeffizient bezieht sich auf die Werterangordnung und nicht (wie beim linearen Korrelations-Koeffizienten) auf die Werte selbst. Der „Rang" eines Wertes wird durch seine Position innerhalb des Minimum-Maximum-Bereichs der möglichen Variablenwerte bestimmt. Bei dem Koeffizienten handelt es sich um einen Wert zwischen -1 und 1, durch den der gewünschte Korrelationsgrad zwischen zwei Variablen während der Probenerhebung dargestellt wird. Positive Koeffizientenwerte weisen auf eine positive Beziehung zwischen zwei Variablen hin (d. h. wenn der Probenerhebungswert für die eine Variable hoch ist, wird der Probenerhebungswert für die andere Variable wahrscheinlich auch hoch ausfallen). Negative Koeffizientenwerte zeigen dagegen eine inverse Beziehung zwischen zwei Variablen an (d. h. wenn der Probenerhebungswert für die eine Variable hoch ist, wird der Probenerhebungswert für die andere Variable wahrscheinlich nicht hoch, sondern niedrig ausfallen). Durch @RISK werden rangmäßig in Korrelation stehende Werteprobenpaare in zwei Schritten erstellt. Zuerst wird ein Satz von zufällig verteilten „Rangpunktewerten" für jede Variable generiert. Wenn z. B. 100 Iterationen ausgeführt werden sollen, müssen 100 Punktewerte für jede Variable generiert werden. (Bei Rangpunktewerten handelt es einfach um Werte verschiedener Größenordnung zwischen einem Minimum und einem Maximum. @RISK verwendet dabei die Van der Waerden-Punkte, die auf Umkehrung der Normalverteilung basieren). Diese Rangpunktewerte werden dann neu geordnet und ergeben so Punktepaare, aus denen sich der gewünschte Rangkorrelations-Koeffizient ergibt. Für jede Iteration gibt es zwei Punktewerte, d. h. einen Punktewert pro Variable. Als zweiter Schritt wird für jede Variable ein Satz von Zufallswerten (zwischen 0 und 1) für die Probenerhebung generiert. Wenn z. B. 100 Iterationen ausgeführt werden sollen, müssen 100 Zufallswerte für jede Variable generiert werden. Diese Zufallswerte werden dann der Wichtigkeit nach geordnet (d. h. vom kleinsten bis zum größten Wert). Bei jeder Variablen wird dann in der Iteration der kleinste Zufallswert mit dem kleinsten Rangpunktewert gepaart.

	Entsprechend wird der zweitkleinste Zufallswert mit dem zweitkleinsten Rangpunktewert gepaart usw. Diese Ranganordnung wird für alle Zufallswerte fortgeführt, bis hin zum größten Zufallswert, der in der Iteration dann mit dem größten Rangpunktewert zusammengebracht wird. Dieser Vorgang der Neuanordnung von Zufallswerten wird in @RISK vor der Simulation ausgeführt. Das Ergebnis ist dann ein Satz von Zufallswertepaaren, die bei der Probenerhebung durch die in Korrelation stehenden Verteilungen in den einzelnen Simulationsiterationen Verwendung finden können. Diese Korrelationsmethode wird „verteilungsunabhängiges Verfahren“ genannt, da ganz beliebige Verteilungstypen in Korrelation gebracht werden können. Obwohl die für die beiden Verteilungen erhobenen Werteproben in Korrelation stehen, wird die Integrität der eigentlichen Verteilungen dabei aufrecht erhalten. Die sich daraus für jede Verteilung ergebenen Werteproben reflektieren die Eingabeverteilungsfunktion, durch die sie erhoben wurden. Bei früheren @RISK-Versionen wurde die Funktion *RiskDepC* dadurch eingegeben, dass sie in die Zellformel gestellt wurde, und zwar direkt vor die Verteilungsfunktion, die korreliert werden sollte, z. B. wie folgt: **=RiskDepC(”Preis 1”;0,9)+RiskNormal(10;10)** Diese Art der Funktionseingabe wird auch weiterhin unterstützt. Diese Funktionen werden jedoch in die zu korrelierende Verteilungsfunktion eingebracht, sobald die Formel oder korrelierte Verteilung im @RISK-Modellfenster bearbeitet wird. Bei Korrelation von diskontinuierlichen Verteilungen ist es möglich, dass der beobachtete Korrelationskoeffizient nicht genau dem angegebenen Koeffizienten entspricht. Das passiert besonders dann, wenn sich nur eine begrenzte Anzahl von diskontinuierlichen Punkten in den korrelierten Verteilungen befinden. Bei dem durch *RiskDepC* und *RiskIndepC* generierten Korrelations-Koeffizienten handelt es sich um einen ungefähren Wert. Die genaue Annäherung an den gewünschten Koeffizienten verbessert sich jedoch mit zunehmenden Iterationen. Wenn Sie *RiskDepC* und *RiskIndepC* verwenden, kann es jedoch bei korrelierten Verteilungen zu einer Verzögerung bei Beginn der Simulation kommen. Das Ausmaß dieser Verzögerung hängt ganz von der Anzahl der im Arbeitsblatt befindlichen *RiskDepC*-Funktionen und von der Anzahl der auszuführenden Iterationen ab.
Beispiele	Durch **RiskNormal(100;10; RiskDepC("Preis";0,5))** wird angegeben, dass in der Verteilung die Probenerhebung aus RiskNormal(100;10) mit der durch RiskIndepC("Preis") identifizierten Probenerhebung in Korrelation gebracht werden soll. Da der *Koeffizient* größer als 0 ist, wird RiskNormal(100;10) in positive Korrelation mit der durch RiskIndepC("Preis") identifizierten Verteilungsfunktion gebracht.
Richtlinien	*Koeffizient* muss ein Wert sein, der nicht kleiner als -1 und nicht größer als 1 ist. Bei *ID* muss es sich um die gleiche Zeichenfolge handeln, die auch zum Identifizieren der unabhängigen Variablen in der Funktion *RiskdepC* verwendet wurde. *ID* kann auch ein Bezug auf die Zelle mit der Identifizierungs-Zeichenfolge sein.

RiskFit

Beschreibung	*RiskFit*(*Anpassungsname;ausgewähltes Anpassungsergebnis*) verknüpft einen Datensatz und zugehörige Anpassungsergebnisse mit der Eingabeverteilung, in der die Funktion *RiskFit* verwendet wird. Der in Anführungszeichen gesetzte *Anpassungsname* ist der Name, der der Anpassung während der Datenanpassung mithilfe des Befehls **Verteilungen den Daten anpassen** gegeben wurde. Durch das in Anführungszeichen gesetzte *ausgewählte Anpassungsergebnis* wird die zur Identifizierung des anzuwählenden Anpassungsergebnistyps erforderliche Zeichenfolge dargestellt. Die Funktion *RiskFit* wird dazu benutzt, eine Eingabe mit den Anpassungsergebnissen eines Datensatzes zu verknüpfen, so dass die aus der Anpassung gewählte Eingabeverteilung bei Datenänderung entsprechend aktualisiert werden kann. Bei dem *ausgewählten Anpassungsergebnis* kann es sich um einen der folgenden Einträge handeln: **AIC** – legt fest, dass die sich aus dem AIC-Test ergebende bestpassende Verteilung verwendet werden soll. **BIC** – legt fest, dass die sich aus dem BIC-Test ergebende bestpassende Verteilung verwendet werden soll. **Chi-Sq** – legt fest, dass die sich aus dem Chi-Quadrat-Test ergebende bestpassende Verteilung verwendet werden soll. **AD** – legt fest, dass die sich aus dem Anderson-Darling-Test ergebende bestpassende Verteilung verwendet werden soll. **KS** – legt fest, dass die sich aus dem Kolmogorov-Smirnov-Test ergebende bestpassende Verteilung verwendet werden soll. **RMSErr** – legt fest, dass die sich aus dem RMS-Fehler-Test ergebende bestpassende Verteilung verwendet werden soll. Durch einen **Verteilungsnamen**, wie z. B. „*Normal*“ wird angegeben, dass die bestpassende Verteilung des eingegebenen Typs verwendet werden soll. **<u>Was passiert bei Verwendung von RiskFit, wenn sich die Daten ändern?</u>** Durch die Funktion *RiskFit* kann eine Verteilungsfunktion automatisch mit einem Datensatz und der Anpassung dieses Datensatzes verknüpft werden. Die zur Anpassung verwendeten Daten befinden sich in einem Excel-Bereich. Wenn sich die angepassten Daten ändern und die Simulation beginnt, passiert Folgendes: @RISK führt die Anpassung erneut aus, und zwar unter Verwendung der aktuellen Einstellungen auf der entsprechenden Registerkarte, auf der die Anpassung ursprünglich ausgeführt wurde. Die Verteilungsfunktion (welche die auf die Anpassung bezogene RiskFit-Funktion enthält) wird geändert, um den neuen Anpassungsergebnissen zu entsprechen. In Excel wird die ursprüngliche Funktion durch die geänderte Funktion ersetzt. Wenn im *RiskFit*-Argument der Verteilungsfunktion beispielsweise "Beste Chi-sq" als ausgewähltes Anpassungsergebnis angegeben wurde, würde die ursprüngliche durch die bestpassende Verteilung ersetzt werden, und zwar auf Basis des ausgeführten Chi-Quadrat-Tests. Diese neue Funktion würde auch die gleiche RiskFit-Funktion wie die ursprüngliche Funktion enthalten.

Beispiele	***RiskNormal(2,5; 1; RiskFit("Preisdaten"; "AD"))*** kennzeichnet, dass die bestpassende Verteilung aus dem Anderson-Darling-Test für die mit der Anpassung **Preisdaten** verknüpften angepassten Daten eine Normalverteilung mit einem Mittelwert von 2,5 und einer Standardabweichung von 1 ist.
Richtlinien	Keine

RiskIndepC

Beschreibung	***RiskIndepC***(*ID*) kennzeichnet eine unabhängige Variable in einem in Rangkorrelation stehenden Probenerhebungs-Paar. Durch die *ID* wird die zur Identifizierung der unabhängigen Variablen erforderliche Zeichenfolge dargestellt. Die Funktion *RiskIndepC* wird zusammen mit der Verteilungsfunktion verwendet, durch welche die möglichen Werte für die unabhängige Variable angegeben werden. *RiskIndepC* ist lediglich eine Identifizierung. Bei früheren @RISK-Versionen wurde die Funktion *RiskIndepC* dadurch eingegeben, dass sie in die Zellformel gestellt wurde, und zwar direkt vor die Verteilungsfunktion, die korreliert werden sollte, z. B. wie folgt: **=RiskIndepC(”Preis 1”)+RiskNormal(10;10)** Diese Art der Funktionseingabe wird auch weiterhin unterstützt. Diese Funktionen werden jedoch in die zu korrelierende Verteilungsfunktion eingebracht, sobald die Formel oder korrelierte Verteilung im @RISK-Modellfenster bearbeitet wird.
Beispiele	Durch ***RiskNormal(10;10; RiskIndepC("Preis"))*** wird die Funktion NORMAL(10;10) als die unabhängige Variable "Preis" identifiziert. Diese Funktion wird immer dann als unabhängige Variable eingesetzt, wenn die Funktion *DEPC* mit der ID-Zeichenfolge „Preis“ verwendet wird.
Richtlinien	Bei *ID* muss es sich um die gleiche Zeichenfolge handeln, durch welche auch die abhängige Variable in der Funktion *DEPC* identifiziert wurde. Bei *ID* muss es sich um die gleiche Zeichenfolge handeln, durch die auch die unabhängige Variable in der Funktion *INDEPC* identifiziert wurde. *ID* kann auch ein Bezug auf die Zelle mit der Identifizierungs-Zeichenfolge sein. In einem Arbeitsblatt können bis zu 64 verschiedene *INDEPC*-Funktionen verwendet werden. Von diesen *INDEPC*-Funktionen können dann wiederum beliebig viele *DEPC*-Funktionen abhängig sein. In Kapitel **@RISK-Modelliermethoden** wird ein detailliertes Beispiel für die Abhängigkeitsbeziehungen gegeben.

RiskIsDiscrete

Beschreibung	***RiskIsDiscrete***(**WAHR**) gibt zu erkennen, dass die Ausgabe, für die diese Funktion eingegeben wurde, bei Anzeige von Simulationsergebnis- und Berechnungsstatistik-Diagrammen als diskontinuierliche Verteilung behandelt werden sollte. Falls keine Funktion *RiskIsDiscrete* eingegeben wird, versucht @RISK zu erkennen, wenn eine Ausgabe eine Verteilung von diskontinuierlichen Werten darstellt.
Beispiele	***RiskOutput(;;;RiskIsDiscrete(WAHR))+NBW(0,1;C1:C10)*** legt fest, dass es sich bei der Ausgabeverteilung von NBW um eine diskontinuierliche Verteilung handeln soll
Richtlinien	Keine

RiskIsDate

Beschreibung	***RiskIsDate***(**WAHR oder FALSCH**) gibt zu erkennen, ob die Eingabe oder Ausgabe, für die diese Funktion eingegeben wurde, bei Anzeige von Simulationsergebnis- und Berechnungsstatistik-Diagrammen als eine Verteilung von Datumswerten zu behandeln ist. Falls *RiskIsDate* nicht eingegeben wird, verwendet @RISK die Formatierung der Zelle, in der sich die Eingabe oder Ausgabe in Excel befindet, um zu entscheiden, ob die Simulationsergebnisse in Form von Datumswerten angezeigt werden sollen. Wenn für eine Eingabenverteilung RiskIsDate(WAHR) eingegeben wurde, werden die Argumentwerte im Fenster **Verteilung definieren** als Datumswerte angezeigt.
Beispiele	Durch **RiskOutput(;;;RiskIsDate(WAHR))** wird angegeben, dass die Ausgabeverteilung in Form von Datumswerten angezeigt werden soll, ganz gleich, welche Zellformatierung dafür in Excel vorhanden ist. **Durch RiskTriang(DATUM(2009;10;4);DATUM(2009;12;29);DATUM(2010;10;10);RiskIsDate(WAHR)) wird eine Dreiecksverteilung mit einem Minimalwert von 10/4/2009, ein Höchstwahrscheinlichkeitswert von 12/29/2009 und einem Maximalwert von 10/10/2010 angegeben.**
Richtlinien	Durch **RiskIsDate(FALSE)** wird @RISK angewiesen, Diagramme und Berichte für die Eingabe oder Ausgabe in regulären und nicht in Datumswerte anzuzeigen, selbst wenn die Zelle in Excel, in der sich die Funktion befindet, für Datumswerte formatiert ist.

RiskLibrary

Beschreibung	***RiskLibrary(****Position;**ID*) gibt zu erkennen, dass die Verteilung, für die diese Funktion eingegeben wurde, mit einer Verteilung in einer @RISK-Bibliothek unter der eingegebenen *Position* und *ID* verknüpft ist. Bei jeder Simulation wird die Verteilungsfunktion mit der aktuellen Definition der betreffenden Verteilung in der @RISK-Bibliothek aktualisiert.
Beispiele	***RiskNormal(5000;1000;RiskName("Umsatzvolumen / 2010");RiskLibrary(2;"LV6W59J5");RiskStatic(0,46))*** besagt, dass die eingegebene Verteilung aus der @RISK-Bibliothek mit der *Position 2* und der *ID* **LV6W59J5** stammt. Die aktuelle Definition dieser Bibliotheksverteilung ist *RiskNormal(10;10; RiskName("Umsatzvolumen / 2010")),* aber dies wird sich mit Änderung der Verteilung in der Bibliothek ändern.
Richtlinien	Ein *RiskStatic*-Wert wird in der @RISK-Bibliothek nicht aktualisiert, da er einzigartig in dem Modell ist, in dem die Bibliotheksverteilung verwendet wird.

RiskLock

Beschreibung	Durch ***RiskLock***() kann verhindert werden, dass aus einer Verteilung während der Simulation Werteproben erhoben werden. Durch das Sperren einer Eingabeverteilung wird in dieser Verteilung bei jeder Iteration zum gleichen Wert zurückgekehrt. Bei diesem Wert handelt es sich um die standardmäßige Neuberechnungsoption, die in den Simulationseinstellungen auf der Registerkarte **Allgemein** unter **Statische Werte** zu finden ist.
Beispiele	Durch **RiskNormal(10;2;RiskLock())** wird vermieden, dass Werteproben aus der Wahrscheinlichkeitsverteilung *RiskNormal(10;2)* erhoben werden.
Richtlinien	Das optionale Argument **Lock_Mode** wird nur intern von @RISK verwendet, aber ist nicht für Benutzer im Fenster **Verteilung definieren** verfügbar.

RiskName

Beschreibung	***RiskName***(*Eingabename*) bezeichnet die Eingabeverteilung, in der die Funktion als Argument verwendet wird. Dieser Name erscheint dann sowohl in der Ausgaben-/Eingabenliste des @RISK-Modellfensters als auch in allen Berichten und Diagrammen, die Simulationsergebnisse für die Eingabe enthalten.
Beispiele	Durch **RiskTriang(10;20;30;RiskName("Preis"))** wird der in der Wahrscheinlichkeitsverteilung *RiskTriang(10;20;30)* beschriebenen Eingabe die Bezeichnung „Preis" gegeben. Durch **RiskTriang(10;20;30;RiskName(A10))** wird der in der Wahrscheinlichkeitsverteilung *RiskTriang(10;20;30)* beschriebenen Eingabe der Name gegeben, der in Zelle A10 enthalten ist.
Richtlinien	Der *Eingabename* muss in Anführungszeichen gesetzt werden. Zum Definieren eines passenden Namens kann jeder beliebige gültige Zellverweis verwendet werden.

RiskSeed

Beschreibung	***RiskSeed***(*Zufallswert-Erstellungstyp*;*Ausgangszahl*) bestimmt, dass eine Ausgabe ihre eigene Zufallswerterstellung des angegebenen Typs und die *Ausgangszahl* verwendet. Einzelne Ausgangszahleingabe ist nützlich, wenn die gleiche Verteilung über die @RISK-Bibliothek in mehreren Modellen verwendet wird und ein reproduzierbarer Werteprobensatz für die Eingabe in jedem Modell erforderlich ist.
Beispiele	***RiskBeta(10;2;RiskSeed(1;100))*** – die Eingabe ***RiskBeta(10;2)*** verwendet die eigene Zufallswerterstellung **Mersenne Twister** und die Ausgangszahl 100.
Richtlinien	Eingabeverteilungen, für die ***RiskSeed*** verwendet wird, haben immer ihren eigenen reproduzierbaren Satz von Zufallswerten. Der anfängliche Ausgangswert auf der Registerkarte Probenerhebung im Dialogfeld **Simulationseinstellungen** wirkt sich auf die für Eingabeverteilungen generierten Zufallswerte aus, wenn diesen Verteilungen über die Eigenschaftsfunktion *RiskSeed* kein unabhängiger Ausgangswert zugewiesen wurde. Der Zufallswert-Erstellungstyp wird als Wert zwischen 1 und 8 angegeben, wobei 1 = MersenneTwister, 2 = MRG32k3a, 3 = MWC, 4 = KISS, 5 = LFIB4, 6 = SWB, 7 = KISS_SWB und 8 = RAN3I ist. Weitere Informationen über die verfügbaren Zufallswert-Erstellungstypen sind unter **Befehl „Simulationseinstellungen"** zu finden. *Ausgangszahl* ist eine Ganzzahl zwischen 1 und 2.147.483.647. RiskSeed hat keine Auswirkung auf eine korrelierte Eingabe.

RiskShift

Beschreibung	Durch ***RiskShift***(*Shift-Wert*) kann die Domäne der Verteilung, in der die Funktion *Shift* enthalten ist, um den *Shift-Wert* verschoben werden. Sofern ein Anpassungsergebnis einen Shift-Faktor enthält, wird diese Funktion ganz automatisch eingegeben.
Beispiele	Durch ***RiskBeta(10;2;RiskShift(100))*** wird die Domäne der Verteilung *RiskBeta(10;2)* um 100 verschoben.
Richtlinien	Keine

RiskSixSigma

Beschreibung	***RiskSixSigma***(*LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl Standardabweichungen)* legt die untere Spezifikationsgrenze, obere Spezifikationsgrenze, den Zielwert, die Langfristverschiebung und die Anzahl der Standardabweichungen für sechs Sigma-Berechnungen einer Ausgabe fest. Diese Werte werden dazu verwendet, die Six Sigma-Statistiken zu berechnen, die im Ergebnisübersichtsfenster und in Diagrammen für die Ausgabe angezeigt werden.
Beispiele	***RiskOutput(A10;;;RiskSixSigma(0,88;0,95;0,915;1,5;6))*** legt fest, dass für die Ausgabe in Zelle A10 die LSL 0,88, die USL 0,95, der Zielwert 0,915, die Langfristverschiebung 1,5 und die Anzahl der Standardabweichungen = 6 sein soll.
Richtlinien	Standardmäßig verwenden die @RISK Six Sigma-Statistikfunktionen in Excel die eingegebene LSL und USL sowie auch den für die betreffende Ausgabe in die *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegebenen Zielwert zusammen mit der entsprechenden Langfristverschiebung und Anzahl an Standardabweichungen (sofern die Statistikfunktion auf die Ausgabe verweist). Diese Werte können überschrieben werden, indem Sie LSL, USL, Ziel, Langfristverschiebung und Anzahl der Standardabweichungen direkt in die Statistikfunktion eingeben. Die für LSL, USL, Ziel, Langfristverschiebung und Anzahl der Standardabweichungen in die Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma* für eine Ausgabe eingegebnen Werte werden zu Beginn der Simulation gelesen. Wenn die Eigenschaftsfunktion geändert wird, müssen Sie die Simulation erneut ausführen, um die im Ergebnisübersichtsfenster und in den Diagrammen für die Ausgabe angezeigten Six Sigma-Statistiken zu aktualisieren.

RiskStatic

Beschreibung	***RiskStatic***(*statischer Wert*) definiert einen statischen Wert, der 1) durch eine Verteilungsfunktion während einer standardmäßigen Excel-Neuberechnung zurückgegeben wird und 2) eine @RISK-Funktion nach dem Austausch von @RISK-Funktionen ersetzt.
Beispiele	***RiskBeta(10;2;RiskStatic(9,5))*** legt fest, dass der statistische Wert für die Verteilungsfunktion ***RiskBeta(10;2)*** 9,5 sein soll.
Richtlinien	Keine

RiskTruncate

Beschreibung	Durch ***RiskTruncate***(*Minimum;Maximum*) wird die Eingabeverteilung, in der diese Funktion als Argument verwendet wird, entsprechend gestutzt. Das Stutzen einer Verteilung bedeutet, dass aus dieser Verteilung nur Werteproben erhoben werden können, die innerhalb des eingegebenen, durch *Minimum* und *Maximum* begrenzten Bereichs liegen. Die gestutzten Formate für bestimmte Verteilungen, die in früheren @RISK-Versionen verfügbar waren (wie z. B. RiskTnormal und RiskTlognorm) werden weiterhin unterstützt.
Beispiele	Durch ***RiskTriang(10;20;30;RiskTruncate(13;27))*** wird die Werteprobenerhebung aus der Wahrscheinlichkeitsverteilung *RiskTriang(10;20;30)* auf einen möglichen Minimalwert von 13 und einen möglichen Maximalwert von 27 begrenzt. Durch ***RiskTriang(10;20;30;RiskTruncate(D11;D12))*** wird die Werteprobenerhebung aus der Wahrscheinlichkeitsverteilung RiskTriang(10;20;30) auf einen möglichen Minimalwert aus Zelle D11 und einen möglichen Maximalwert aus Zelle D12 begrenzt.
Richtlinien	Der *Minimalwert* darf nicht größer als der *Maximalwert* sein. Um eine nur einseitig gestutzte Verteilung einzugeben, müssen Sie das Argument für die unbegrenzte Seite leer lassen, wie z. B. *RiskNormal(10;1;RiskTruncate(5;)).* Dadurch würde das *Minimum* auf 5 eingestellt, aber das *Maximum* unbegrenzt gelassen.

RiskTruncateP

Beschreibung	***RiskTruncateP***(*Perz% Minimum; Perz% Maximum*) stutzt die Eingabeverteilung, in der die Funktion als Argument verwendet wird. Das Stutzen einer Verteilung bedeutet, dass aus dieser Verteilung nur Werteproben erhoben werden können, die innerhalb des eingegebenen, durch *Minimum* und *Maximum* begrenzten Bereichs liegen. Die gestutzten Formate für bestimmte Verteilungen, die in früheren @RISK-Versionen verfügbar waren (wie z. B. RiskTnormal und RiskTlognorm) werden weiterhin unterstützt.
Beispiele	Durch ***RiskTriang(10;20;30;RiskTruncate(0,01;0,99))*** wird die Werteprobenerhebung aus der Wahrscheinlichkeitsverteilung *RiskTriang(10;20;30)* auf den möglichen Minimalwert 1. Perzentil und den möglichen Maximalwert 99. Perzentil begrenzt. Durch ***RiskTriang(10;20;30;RiskTruncate(D11;D12))*** wird die Werteprobenerhebung aus der Wahrscheinlichkeitsverteilung RiskTriang(10;20;30) auf einen möglichen Minimalwert aus Zelle D11 und einen möglichen Maximalwert aus Zelle D12 begrenzt.
Richtlinien	Der *Perz%-Minimalwert* darf nicht größer als der *Perz%-Maximalwert* sein. *Perz%-Minimum* und *Perz%-Maximum* müssen sich im Bereich 0<=*Perz%*<=1 befinden. Verteilungsfunktionen, die die Eigenschaftsfunktion ***RiskTruncateP*** enthalten, können nicht im Fenster **Verteilung definieren** angezeigt werden. Genau wie bei *RiskTruncate* muss bei Eingabe einer nur einseitig gestutzten Verteilung das Argument für die unbegrenzte Seite leer gelassen werden.

RiskUnits

Beschreibung	***RiskUnits***(*Einheiten*) benennt die Einheiten, die zur Beschriftung einer Eingabeverteilung oder Ausgabe verwendet werden sollen. Dieser Name erscheint dann sowohl in der Ausgaben-/Eingabenliste des @RISK-Modellfensters als auch in allen Berichten und Diagrammen, die Simulationsergebnisse für die Eingabe enthalten.
Beispiele	Durch ***RiskTriang(10;20;30;RiskUnits("Dollar"))*** wird der in der Wahrscheinlichkeitsverteilung *RiskTriang(10;20;30)* beschriebenen Eingabe die Bezeichnung „Dollar" gegeben. Durch ***RiskTriang(10;20;30;RiskUnits(A10))*** wird den in der Wahrscheinlichkeitsverteilung *RiskTriang(10;20;30)* beschriebenen Einheiten der Name gegeben, der in Zelle A10 enthalten ist.
Richtlinien	Die *Einheiten* müssen in Anführungszeichen gesetzt eingegeben werden. Zum Definieren eines *Einheitennamens* kann jeder beliebige gültige Zellverweis verwendet werden. Wenn *RiskUnits* als Eigenschaftsfunktion für eine *RiskOutput*-Funktion verwendet wird, müssen die drei möglichen Argumente für *RiskOutput* vor *RiskUnits* eingegeben werden. Wenn Sie also *RiskOutput* ohne Namen, Bereichsnamen oder Positionsargumente verwenden, müssen Sie ***RiskOutput(;;;RiskUnits("Einheiten"))*** eingeben.

Referenz: Ausgabefunktion

Ausgabezellen werden mithilfe von *RiskOutput*-Funktionen definiert. Diese Funktionen ermöglichen ein müheloses Kopieren, Einfügen und Verschieben von Ausgabezellen. Die *RiskOutput*-Funktionen werden automatisch hinzugefügt, sobald Sie in @RISK auf das Symbol für **Ausgabe hinzufügen** klicken. Außerdem geben Ihnen diese Funktionen die Möglichkeit, die Simulationsausgaben zu benennen und den Ausgabebereichen einzelne Ausgabezellen hinzuzufügen.

Die Eigenschaftsfunktionen ***RiskUnits***, ***RiskConvergence***, ***RiskSixSigma*** und ***RiskIsDiscrete*** können als *RiskOutput*-Funktionen verwendet werden.

RiskOutput

Beschreibung	Mithilfe der Funktion *RiskOutput* können Sie die in der Kalkulationstabelle ausgewählten Ausgabezellen identifizieren. Für diese Funktion können, wie nachstehend gezeigt, drei Argumente benutzt werden: ***=RiskOutput ("Ausgabezellenname"; "Ausgabebereichsname"; Element im Bereich)*** Diese Argumente sind optional. Mit anderen Worten, *=RiskOutput()* ist durchaus ausreichend, wenn der Ausgabebereich nur aus einem Element bestehen, d. h. wenn @RISK z. B. nur die Ausgabebezeichnung erstellen soll. Wenn *RiskOutput* mit nur einem Argument verwendet wird, wie z. B. in ***=RiskOutput ("Ausgabezellenname")*** wird dadurch ein aus einem Element bestehender Ausgabebereich angegeben, für den der Name von Ihnen eingegeben werden muss. Wenn dagegen ein Ausgabebereich mit mehreren Elementen identifiziert werden soll, wird folgendes Format verwendet: *=RiskOutput ("Ausgabezellenname"; "Ausgabebereichsname"; Position im Bereich)* . Der Eintrag für Ausgabezellenname kann aber auch ausgelassen werden, wenn Sie möchten, dass @RISK die einzelnen Ausgabezellen im Bereich ganz automatisch erstellen soll. Zu diesem Zweck müssen Sie die Ausgaben in @RISK über das Symbol für **Ausgabe hinzufügen** auswählen. Wie bei anderen @RISK-Funktionen, kann *RiskOutput* aber auch direkt in die Zelle eingegeben werden, auf die als Simulationsausgabe Bezug genommen werden soll. Die Funktion *RiskOutput* wird der bereits in der Zelle vorhandenen Formel hinzugefügt, so dass diese Zelle dann als Simulationsausgabe verwendet werden kann. Aus einer Zelle mit der Formel **=NBW(0,1;G1…G10)** würde beispielsweise die Formel **=RiskOutput()+NBW(0,1;G1…G10)** werden, sobald die Zelle als Ausgabe ausgewählt wird.
Beispiele	Durch ***=RiskOutput(“Profit 1999”; “Jahresprofit”; 1)+NBW(0,1;G1…G10)*** wird die Zelle identifiziert, in der sich die Funktion *RiskOutput* als eine Simulationsausgabe befindet, und wird dieser Zelle die Bezeichnung „Profit 1999“ gegeben. Ferner wird die Zelle zur ersten Zelle in einem Multizellen-Ausgabebereich mit der Bezeichnung „Jahresprofit“ gemacht.

Richtlinien	Bei direkter Eingabe in die Funktion *RiskOutput* müssen die Namen für Ausgabezelle und Ausgabebereich in Anführungszeichen gesetzt werden. Namen können aber auch durch Bezugnahme auf mit Label versehene Zellen mit einbezogen werden. Bei der Positionsnummer muss es sich um einen positiven Ganzzahlwert (Integer) handeln, der größer als oder gleich 1 ist. Irgendwelche Eigenschaftsfunktionen müssen hinter die ersten drei Argumente der Funktion *RiskOutput* gestellt werden. Wenn Sie daher einer standardmäßigen *RiskOutput*-Funktion die Eigenschaftsfunktion *RiskUnits* hinzufügen, müssten Sie Folgendes eingeben: ***=RiskOutput(;;;RiskUnits("Einheiten"))*** Wenn Sie *RiskOutput* mit einer Eigenschaftsfunktion, wie z. B. *RiskSixSigma*, verwenden, werden im Referenzabschnitt unter **Eigenschaftsfunktionen** die Argumente für die verwendete Eigenschaftsfunktion beschrieben. Wenn in @RISK der Befehl **Funktion einfügen** verwendet wird, um *RiskOutput* im Six Sigma-Format einzugeben, brauchen Sie in der Formelleiste nur auf die angezeigte *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion zu klicken, um die zugehörigen Argumente einzugeben oder die entsprechende Hilfedatei anzuzeigen.

Referenz: Statistikfunktionen

Durch Statistikfunktionen wird die gewünschte Statistik über Simulationsergebnisse für eine bestimmte Zelle oder eine Simulationsausgabe bzw. Eingabe zurückgegeben. Diese Funktionen können entweder während der Simulation in Echtzeit oder auch am Ende der Simulation aktualisiert werden. Wenn sich die Statistikfunktionen allerdings in Vorlageblättern befinden, die zur Erstellung von benutzerdefinierten Simulationsergebnis-Berichten verwendet werden, können diese Funktionen nur nach Beendigung einer Simulation aktualisiert werden.

Bei Eingabe eines Zellverweises als erstes Argument, braucht es sich bei der Zelle nicht unbedingt um eine durch die Funktion *RiskOutput* identifizierte Simulationsausgabe zu handeln.

Wenn anstelle eines Zellverweises ein Name eingegeben wird, sucht @RISK zuerst nach einer Ausgabe, die den eingegebenen Namen enthält. Wenn eine solche Ausgabe nicht vorhanden ist, sucht @RISK nach einer Eingabewahrscheinlichkeitsverteilung mit dem eingegebenen Namen. Falls auch diese nicht zu finden ist, wird die entsprechende Statistik für die aus dieser Eingabe erhobenen Werteproben zurückgegeben. Der Benutzer muss daher sicherstellen, dass den Ausgaben und Eingaben, auf die in Statistikfunktionen Bezug genommen wird, auch eindeutige Namen gegeben werden.

Bei Ausführung von mehreren Simulationen wird durch das eingegebene Argument *Sim.Nr.* die Simulation ausgewählt, für die dann die gewünschte Statistik zurückgegeben wird. Dieses Argument ist optional und kann ausgelassen werden, wenn jeweils nur eine einzige Simulation ausgeführt wird.

Berechnung von Statistiken über eine Untermenge der Verteilung

Statistikfunktionen, durch die eine Statistik über die Verteilung für ein Simulationsergebnis berechnet wird, können die Eigenschaftsfunktion **RiskTruncate** oder **RiskTruncateP** enthalten. Dadurch wird die Statistik dann auf Basis des durch die Stutzungsbegrenzung angegebenen Min-Max-Bereichs berechnet. Wenn Sie beispielsweise eine Statistik des Perzentilbereichs einer Verteilung berechnen möchten, sollten Sie vielleicht die nachstehende Funktion RiskTruncateP verwenden:

RiskMean(A1,RiskTruncateP(0,9;1))

In diesem Fall gibt die Funktion *RiskMean* den Mittelwert der obersten 10 % der Daten für die Zelle A1 zurück.

Statistikfunktionen aktualisieren

In @RISK können die Statistikfunktionen entweder **zu Ende einer Simulation** oder **bei jeder Iteration einer Simulation** aktualisiert werden. In den meisten Fällen brauchen die Statistiken erst zu Ende einer Simulation aktualisiert werden, um die endgültige Simulationsstatistik in Excel anzuzeigen. Wenn es bei den Berechnungen in Ihrem Modell jedoch erforderlich ist, je Iteration eine neue Statistik zurückzugeben (z. B. wenn eine benutzerdefinierte Konvergenzberechnung mithilfe von Excel-Formeln eingegeben wurde), sollte die Option **Jede Iteration** verwendet werden. Dieser Vorgang kann im Dialogfeld Simulationseinstellungen auf der Registerkarte Probenerhebung über die Option **Statistikfunktionen aktualisieren** gesteuert werden.

Hinweis: In @RISK 7 und späteren Versionen wird für das Aktualisieren von Statistikfunktionen die Standardeinstellung „Ende der Simulation" verwendet.

RiskConvergenceLevel

Beschreibung	***RiskConvergenceLevel***(*Zellverw.* oder *Ausgabename;Simulationsnr.*) gibt die Konvergenzebene (0 bis 100) für *Zellverw*. oder *Ausgabename* zurück*.* Bei Konvergenz wird WAHR zurückgegeben.
Beispiele	***RiskConvergenceLevel(A10)*** gibt die Konvergenzebene für Zelle A10 zurück.
Richtlinien	Damit diese Funktion eine Konvergenzebene zurückgeben kann, muss die Eigenschaftsfunktion *RiskConvergence* für *Zellverw*. oder *Ausgabename* eingegeben werden, oder aber Sie müssen im Dialogfeld **Simulationseinstellungen** die Konvergenzüberwachung aktivieren.

RiskCorrel

Beschreibung	***RiskCorrel***(*Zellverw1* oder *Ausg,-/Eing.-Name1; Zellverw2* oder *Ausg.-/Eing.-Name2;Korrelationstyp;Simnr.*) gibt unter Verwendung des *Korrelationstyps* den Korrelationskoeffizienten für die simulierten Verteilungsdaten für *Zellverweis1* oder *Ausgabe-/Eingabenamen1* und *Zellverweis2 oder Ausgabe-/Eingabenamen2* in einer bestimmten Simulation zurück. Bei *Korrelationstyp* kann es sich um eine Pearson- oder Spearman-Rangkorrelation handeln.
Beispiele	**RiskCorrel(A10;A11;1)** gibt einen Pearson-Korrelationskoeffizienten für die Simulationsdaten zurück, die für die Ausgabe oder Eingabe in A10 und A11 erfasst wurden. **RiskCorrel ("Profit";"Umsatz";2)** gibt den Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten für die Simulationsdaten zurück, die für die Ausgabe oder Eingabe "Profit" und "Umsatz" erfasst wurden.
Richtlinien	Für eine Pearson-Korrelation wird der *Korrelationstyp 1* und für die Spearman-Rangkorrelation der *Korrelationstyp 2* verwendet. Alle Iterationen, die ERR enthalten oder in *Zellverweis1* bzw. *Ausgabe-/Eingabenamen1* und *Zellverweis2* bzw. *Ausgabe-/Eingabenamen2* gefiltert wurden, werden entfernt. Der Korrelationskoeffizient wird dann auf Basis der noch verbleibenden Daten berechnet. Falls Sie Korrelationen für eine Untermenge der Daten berechnen möchten, die für die simulierten Verteilungen erfasst wurden, müssen Sie die Eigenschaftsfunktion *RiskTruncate* oder *RiskTruncateP* für jede Verteilung eingeben, deren Daten gestutzt werden sollen. Die zuerst eingegebene Funktion *RiskTruncate* wird für die Daten in *Zellverweis1* oder *Ausgabe-/Eingabename1* verwendet und die zweite Funktion *RiskTruncate* für die Daten in *Zellverweis2* oder *Ausgabe-/Eingabename2.*

RiskData

Beschreibung	***RiskData***(*Zellverw. oder Ausgabe-/Eingabename; Iterat.Nr.; Sim.Nr.*) gibt die Datenpunkte der simulierten Verteilung für den Zellverweis in die angegebene Iteration und Simulation zurück. *RiskData kann optional als eine Matrix-Formel eingegeben werden, wenn es sich bei Iterat.Nr. um die Iteration handelt, die in der ersten Zelle des Matrix-Formelbereichs zurückgegeben werden soll. Die Datenpunkte für alle nachfolgenden Iterationen werden in Zellen des Bereichs platziert, in den die Matrix-Formel eingegeben wurde.*
Beispiele	Durch ***RiskData(A10;1)*** wird der Datenpunkt der simulierten Verteilung für Zelle A10 in Iteration 1 einer Simulation zurückgegeben. Durch ***RiskData("Profit";100;2)*** wird bei Ausführung mehrerer Simulationen der Datenpunkt der simulierten Verteilung für die Ausgabezelle „Profit" im aktuellen Modell für die 100. Iteration der zweiten Simulation zurückgegeben.
Richtlinien	Keine

RiskKurtosis

Beschreibung	Durch ***RiskKurtosis***(*Zellverw.* oder *Eingabe-/Ausgabename;Sim.Nr.*) wird die Wölbung der simulierten Verteilung für *Zellverw.* zurückgegeben. Über die Eigenschaftsfunktion ***RiskTruncate*** kann wahlweise ein Bereich der simulierten Verteilung angegeben werden, für den die Statistik berechnet werden soll.
Beispiele	***RiskKurtosis(A10)*** gibt die Wölbung der simulierten Verteilung für Zelle A10 zurück. ***RiskKurtosis("Profit";2)*** gibt bei Ausführung mehrerer Simulationen die Wölbung der simulierten Verteilung für die Ausgabezelle „Profit" im aktuellen Modell für die zweite Simulation zurück.
Richtlinien	Keine

RiskMax

Beschreibung	Durch ***RiskMax***(*Zellverw.* oder *Eingabe-/Ausgabename;Sim.Nr.*) wird der maximale Wert der simulierten Verteilung für *Zellverw*. zurückgegeben. Über die Eigenschaftsfunktion ***RiskTruncate*** kann wahlweise ein Bereich der simulierten Verteilung angegeben werden, für den die Statistik berechnet werden soll.
Beispiele	***RiskMax(A10)*** gibt das Maximum der simulierten Verteilung für Zelle A10 zurück. ***RiskMax("Profit")*** gibt das Maximum der simulierten Verteilung für die im aktuellen Modell befindliche Ausgabezelle „Profit" zurück.
Richtlinien	Keine

RiskMean

Beschreibung	Durch ***RiskMean***(*Zellverw.* oder *Eingabe-/Ausgabename;Sim.Nr.*) wird der Mittelwert der simulierten Verteilung für *Zellverw.* zurückgegeben. Über die Eigenschaftsfunktion ***RiskTruncate*** kann wahlweise ein Bereich der simulierten Verteilung angegeben werden, für den die Statistik berechnet werden soll.
Beispiele	***RiskMean(A10)*** gibt den Mittelwert der simulierten Verteilung für Zelle A10 zurück. ***RiskMean("Preis")*** gibt den Mittelwert der simulierten Verteilung für die Ausgabezelle „Preis" zurück.
Richtlinien	Keine

RiskMin

Beschreibung	Durch ***RiskMin***(*Zellverw.* oder *Eingabe-/Ausgabename;Sim.Nr.*) wird der Minimalwert der simulierten Verteilung für *Zellverweis* zurückgegeben. Über die Eigenschaftsfunktion ***RiskTruncate*** kann wahlweise ein Bereich der simulierten Verteilung angegeben werden, für den die Statistik berechnet werden soll.
Beispiele	***RiskMin(A10)*** gibt das Minimum der simulierten Verteilung für Zelle A10 zurück. ***RiskMin("Umsatz")*** gibt den Minimalwert der simulierten Verteilung für die im aktuellen Modell befindliche Ausgabezelle „Umsatz" zurück.
Richtlinien	Keine

RiskMode

Beschreibung	Durch ***RiskMode***(*Zellverw.* oder *Eingabe-/Ausgabename;Sim.Nr.*) wird der Modus der simulierten Verteilung für *Zellverweis* zurückgegeben. Über die Eigenschaftsfunktion ***RiskTruncate*** kann wahlweise ein Bereich der simulierten Verteilung angegeben werden, für den die Statistik berechnet werden soll.
Beispiele	***RiskMode(A10)*** gibt den Modus der simulierten Verteilung für Zelle A10 zurück. ***RiskMode("Umsatz")*** gibt den Modus der simulierten Verteilung für die im aktuellen Modell befindliche Ausgabezelle „Umsatz" zurück.
Richtlinien	Keine

RiskPercentile, RiskPtoX, RiskPercentileD, RiskQtoX

Beschreibung	***RiskPercentile***(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/Eingabename; Perzentil; Sim.Nr.*) oder ***RiskPtoX***(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/Eingabename; Perzentil; Sim.Nr.*) gibt den Wert des eingegebenen *Perzentils* der simulierten Verteilung für *Zellverw.* zurück. Über die Eigenschaftsfunktion ***RiskTruncate*** kann wahlweise ein Bereich der simulierten Verteilung angegeben werden, für den die Statistik berechnet werden soll.
Beispiele	***RiskPercentile(C10;0,99)*** gibt das 99. Perzentil der simulierten Verteilung für Zelle C10 zurück. ***RiskPercentile(C10;A10)*** gibt den Perzentilwert aus Zelle A10 der simulierten Verteilung für Zelle C10 zurück.
Richtlinien	Der eingegebene *Perzentilwert* muss >=0 und <=1 sein. Für ***RiskPercentile*D** und ***RiskQtoX*** muss ein kumulativ absteigender *Perzentilwert* verwendet werden. ***RiskPercentile*** und ***RiskPtoX*** (zusammen mit ***RiskPercentileD*** und ***RiskQtoX*)** sind nur Alternativnamen für dieselbe Funktion.

RiskRange

Beschreibung	Durch ***RiskRange***(*Zellverw.* oder *Eingabe-/Ausgabename;Sim.Nr.*) wird der Minimum-Maximum-Bereich der simulierten Verteilung für *Zellverw.* zurückgegeben. Über die Eigenschaftsfunktion ***RiskTruncate*** kann wahlweise ein Bereich der simulierten Verteilung angegeben werden, für den die Statistik berechnet werden soll.
Beispiele	***RiskRange(A10)*** gibt den Bereich der simulierten Verteilung für Zelle A10 zurück.
Richtlinien	Keine

RiskSensitivity

Beschreibung	***RiskSensitivity***(*Zellverw.* oder *Ausgabename;Sim.Nr.;Rang;Analysentyp;Rückgabewerttyp*) gibt die Empfindlichkeitsanalyseninformationen der simulierten Verteilung für *Zellverw*. oder *Ausgabename* zurück. Über das Argument *Rang* wird die Rangordnung in der Empfindlichkeitsanalyse angegeben, und zwar für die Eingaben, deren Ergebnisse erwünscht sind. Der Wert 1 stellt den höchsten Rang oder die wichtigste Eingabe dar. Mithilfe des Arguments *Analysentyp* wird die gewünschte Analyse ausgewählt: 1 = Regression, 2 = Regression – zugeordnete Werte, 3 = Korrelation. Durch *Rückgabewerttyp* wird die Art der Daten ausgewählt, die zurückgegeben werden sollen: 1 = Eingabename/Zellverweis/Verteilungsfunktion. 2 = Empfindlichkeitskoeffizient oder – wert, 3 = Gleichungskoeffizient (nur bei Regressionsanalyse).
Beispiele	***RiskSensitivity(A10;1;1;1;1)*** gibt eine Beschreibung der höchstrangigen Eingabe zurück, und zwar für eine in Bezug auf die Simulationsergebnisse aus Zelle A10 ausgeführte Regressionsempfindlichkeitsanalyse.
Richtlinien	Keine

RiskSensitivityStatChange

Beschreibung	***RiskSensitivityStatChange***(*Zellverw.* oder *Ausgabename, Sim.Nr, Rang, Bin-Anzahl, Statistiktyp, Perzentil, Rückgabewerttyp*) gibt die Empfindlichkeitsanalyseninfo „Änderung in Ausgabestatistik“ der simulierten Verteilung für den Zellverweis oder den betreffenden Ausgabenamen zurück. Über das Argument *Rang* wird die Rangordnung in der Empfindlichkeitsanalyse angegeben, und zwar für die Eingaben, deren Ergebnisse erwünscht sind. Der Wert 1 stellt den höchsten Rang oder die wichtigste Eingabe dar. Durch das Argument *Bin-Anzahl* wird die Anzahl der gleich großen Bins angegeben, in die die Werteproben für jede Eingabe aufgeteilt werden. Über das Argument *welcheStatistik* wird die Statistik angegeben, die in dieser Analyse für die Ausgabe berechnet wird. Falls es sich bei *welcheStatistik* um ein Perzentil handelt, dann ist *Perzentil* der zu verwendende Perzentilwert. Durch *Rückgabewerttyp* wird die Art der Daten ausgewählt, die zurückgegeben werden sollen: 1) für Eingabenamen/Zellverweis/Verteilungsfunktion, 2) für min. Bin-Statistikwert und 3) für max. Bin-Statistikwert.
Beispiele	**RiskSensitivityStatChange(A10;1;1;20;1;0;1)** gibt eine Beschreibung der höchstrangigen Eingabe zurück, und zwar für eine in Bezug auf die Simulationsergebnisse aus Zelle A10 ausgeführte Änderung in der Ausgabenstatistiks-Empfindlichkeitsanalyse. Der Mittelwert war die in der Analyse verwendete Statistik und die Eingabe-Werteproben waren in 20 gleich große Bins aufgeteilt.
Richtlinien	*Bin-Anzahl* ist eine positive Ganzzahl. Bei *welcheStatistik* ist *1=Mittelwert*, *9=Modus, 10=Perzentil.* *Perzentil* muss >=0 und <=1 sein.

RiskSkewness

Beschreibung	Durch ***RiskSkewness***(*Zellverw.* oder *Eingabe-/Ausgabename;Sim.Nr.*) wird die Schiefe der simulierten Verteilung für *Zellverw.* zurückgegeben. Über die Eigenschaftsfunktion ***RiskTruncate*** kann wahlweise ein Bereich der simulierten Verteilung angegeben werden, für den die Statistik berechnet werden soll.
Beispiele	***RiskSkewness(A10)*** gibt die Schiefe der simulierten Verteilung für Zelle A10 zurück.
Richtlinien	Keine

RiskStdDev

Beschreibung	Durch **RiskStdDev**(*Zellverw.* oder *Eingabe-/Ausgabename;Sim.Nr.*) wird die Standardabweichung der simulierten Verteilung für *Zellverw.* zurückgegeben. Über die Eigenschaftsfunktion ***RiskTruncate*** kann wahlweise ein Bereich der simulierten Verteilung angegeben werden, für den die Statistik berechnet werden soll.
Beispiele	***RiskStdDev(A10)*** gibt die Standardabweichung der simulierten Verteilung für Zelle A10 zurück.
Richtlinien	Keine

RiskTarget, RiskXtoP, RiskTargetD, RiskXtoQ

Beschreibung	***RiskTarget***(*Zellverw* oder *Ausgabe-/Eingabename;Zielwert;Sim.Nr.*) oder ***RiskXtoP***(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/Eingabename;Zielwert;Sim.Nr.*) gibt die Summenwahrscheinlichkeit für den *Zielwert* zurück, und zwar in der simulierten Verteilung für *Zellverw*. Bei der zurückgegebenen Summenwahrscheinlichkeit handelt es sich um die Wahrscheinlichkeit, dass ein Wert von <= *Zielwert* auftreten wird. Über die Eigenschaftsfunktion ***RiskTruncate*** kann wahlweise ein Bereich der simulierten Verteilung angegeben werden, für den die Statistik berechnet werden soll.
Beispiele	***RiskTarget(C10;100000)*** gibt die Summenwahrscheinlichkeit des Wertes 100000 zurück, und zwar berechnet unter Verwendung der simulierten Verteilung für Zelle C10.
Richtlinien	Als *Zielwert* kann jeder beliebige Wert auftreten. ***RiskTargetD*** und ***RiskXtoQ*** geben eine kumulativ absteigende Wahrscheinlichkeit zurück. ***RiskTarget*** und ***RiskXtoP*** (zusammen mit ***RiskTargetD*** und ***RiskXtoQ*)** sind lediglich Alternativnamen für dieselbe Funktion.

RiskVariance

Beschreibung	Durch ***RiskVariance***(*Zellverw.* oder *Eingabe-/Ausgabename;Sim.Nr.*) wird die Varianz der simulierten Verteilung für *Zellverw.* zurückgegeben. Über die Eigenschaftsfunktion ***RiskTruncate*** kann wahlweise ein Bereich der simulierten Verteilung angegeben werden, für den die Statistik berechnet werden soll.
Beispiele	***RiskVariance(A10)*** gibt die Varianz der simulierten Verteilung für Zelle A10 zurück.
Richtlinien	Keine

RiskTheoKurtosis

Beschreibung	***RiskTheoKurtosis***(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*) gibt die Wölbung der Verteilungsfunktion in der *Zellverw*.-Formel oder der eingegebenen *Verteilungsfunktion* zurück.
Beispiele	***RiskTheoKurtosis(A10)*** gibt die Wölbung der Verteilungsfunktion in Zelle A10 zurück. ***RiskTheoKurtosis(RiskNormal(10;1))*** gibt die Wölbung der Verteilung *RiskNormal(10;1)* zurück.
Richtlinien	Keine

RiskTheoMax

Beschreibung	***RiskTheoMax***(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*) gibt den Maximalwert der Verteilungsfunktion in der *Zellverw*.-Formel oder der eingegebenen *Verteilungsfunktion* zurück.
Beispiele	***RiskTheoMax(A10)*** gibt das Maximum der Verteilungsfunktion in Zelle A10 zurück. ***RiskTheoMax(RiskNormal(10;1))*** gibt das Maximum der Verteilung *RiskNormal(10;1)* zurück.
Richtlinien	Keine

RiskTheoMean

Beschreibung	***RiskTheoMean***(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*) gibt den Mittelwert der letzten Verteilungsfunktion in der Zellverweisformel oder der eingegebene Verteilungsfunktion zurück.
Beispiele	***RiskTheoMean(A10)*** gibt den Mittelwert der Verteilungsfunktion in Zelle A10 zurück. ***RiskTheoMean(RiskNormal(10;1))*** gibt den Mittelwert der Verteilung *RiskNormal(10;1)* zurück.
Richtlinien	Keine

RiskTheoMin

Beschreibung	***RiskTheoMin***(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*) gibt den Minimalwert der letzten Verteilungsfunktion in der Zellverweisformel oder der eingegebenen Verteilungsfunktion zurück.
Beispiele	***RiskTheoMin(A10)*** gibt das Minimum der Verteilungsfunktion in Zelle A10 zurück. ***RiskTheoMin(RiskNormal(10;1))*** gibt das Minimum der Verteilung *RiskNormal(10;1)* zurück.
Richtlinien	Keine

RiskTheoMode

Beschreibung	***RiskTheoMode***(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*) gibt den Modus der letzten Verteilungsfunktion in der Zellverweisformel oder der eingegebene Verteilungsfunktion zurück.
Beispiele	***RiskTheoMode(A10)*** gibt den Modus der Verteilungsfunktion in Zelle A10 zurück. ***RiskTheoMode(RiskNormal(10;1))*** gibt den Modus der Verteilung *RiskNormal(10;1)* zurück.
Richtlinien	Keine

RiskTheoPercentile, RiskTheoPtoX, RiskTheoPercentileD, RiskTheoQtoX

Beschreibung	***RiskTheoPercentile***(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion; Perzentil*) oder ***RiskTheoPtoX***(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion; Perzentil*) gibt den Wert des eingegebenen *Perzentils* der letzten Verteilungsfunktion in der Zellverweisformel oder der eingegebenen Verteilungsfunktion zurück.
Beispiele	**RiskTheoPtoX*(C10;0,99)*** gibt das 99. Perzentil der Verteilung in Zelle C10 zurück. ***RiskTheoPtoX(C10;A10)*** gibt den Perzentilwert aus Zelle A10 der Verteilung in Zelle C10 zurück.
Richtlinien	Der *Perzentilwert* muss >=0 und <=1 sein. ***RiskTheoQtoX*** ist gleichwertig mit ***RiskTheoPtoX*** *(*und ***RiskTheoPercentile*** entspricht der Funktion ***RiskTheoPercentileD*)***, aber bei letzterer wird das *Perzentil* als kumulativ absteigender Wert eingegeben. ***RiskTheoPercentile*** und ***RiskTheoPtoX*** (zusammen mit ***RiskTheoPercentileD*** und ***RiskTheoQtoX*)** sind lediglich Alternativnamen für dieselbe Funktion.

RiskTheoRange

Beschreibung	***RiskTheoRange***(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*) gibt den Minimum-Maximum-Bereich der letzten Verteilungsfunktion in der Zellverweisformel oder der eingegebenen Verteilungsfunktion zurück.
Beispiele	***RiskTheoRange(A10)*** gibt den Bereich der Verteilungsfunktion in Zelle A10 zurück.
Richtlinien	Keine

RiskTheoSkewness

Beschreibung	***RiskTheoSkewness***(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*) gibt die *Schiefe* der letzten Verteilungsfunktion in der Zellverweisformel oder der eingegebene Verteilungsfunktion zurück.
Beispiele	***RiskTheoSkewness(A10)*** gibt die *Schiefe* der Verteilungsfunktion in Zelle A10 zurück.
Richtlinien	Keine

RiskTheoStdDev

Beschreibung	***RiskTheoStdDev***(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*) gibt die Standardabweichung der letzten Verteilungsfunktion in der Zellverweisformel oder der eingegebenen Verteilungsfunktion zurück.
Beispiele	***RiskTheoStdDev(A10)*** gibt die Standardabweichung der Verteilungsfunktion in Zelle A10 zurück.
Richtlinien	Keine

RiskTheoTarget, RiskTheoXtoP, RiskTheoTarget D, RiskTheoXtoQ

Beschreibung	***RiskTheoTarget***(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion; Zielwert*) oder ***RiskTheoXtoP***(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion; Zielwert*) gibt die Summenwahrscheinlichkeit für den Zielwert in der letzten Verteilungsfunktion der Zellverweisformel oder der eingegebenen Verteilungsfunktion zurück. Bei der zurückgegebenen Summenwahrscheinlichkeit handelt es sich um die Wahrscheinlichkeit, dass ein Wert von <= Zielwert auftreten wird.
Beispiele	***RiskTheoXtoP(C10;100000)*** gibt die Summenwahrscheinlichkeit des Wertes 100000 zurück, und zwar berechnet unter Verwendung der Verteilung für Zelle C10.
Richtlinien	Als *Zielwert* kann jeder beliebige Wert auftreten. ***RiskTheoTargetD*** und ***RiskTheoXtoQ*** geben eine kumulativ absteigende Wahrscheinlichkeit zurück. ***RiskTheoTarget*** und ***RiskTheoXtoP*** (zusammen mit ***RiskTheoTargetD*** und ***RiskTheoXtoQ*)** sind lediglich Alternativnamen für ein und dieselbe Funktion.

RiskTheoVariance

Beschreibung	***RiskTheoVariance***(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*) gibt die Varianz der letzten Verteilungsfunktion in der Zellverweisformel oder der eingegebene Verteilungsfunktion zurück.
Beispiele	***RiskTheo*****Variance*(A10)*** gibt die Varianz der Verteilungsfunktion in Zelle A10 zurück.
Richtlinien	Keine

RiskTheoXtoY

Beschreibung	***RiskTheoXtoY***(*Zellverw.* oder *Verteilungsfunktion*) gibt die Wahrscheinlichkeit von *xValue* in der letzten Verteilungsfunktion der Zellverweisformel oder der eingegebenen Verteilungsfunktion zurück. Bei einer kontinuierlichen Verteilung ist der zurückgegebene Wert der Wahrscheinlichkeitsdichtewert für *xValue*. Bei einer diskontinuierlichen Verteilung ist der zurückgegebene Wert der Wahrscheinlichkeitswert für *xValue*.
Beispiele	***RiskTheoXtoY(C10;100000)*** gibt die Wahrscheinlichkeitsdichte des Wertes 100000 zurück, und zwar berechnet unter Verwendung der Verteilung für Zelle C10.
Richtlinien	Als *xValue* kann jeder beliebige Wert auftreten.

Referenz: Anpassungsfunktionen

RiskFitDescription

Beschreibung	*RiskFitDescription(Anpassungsquelle; Art der Verteilung)* gibt die Textbeschreibung der am besten passenden Verteilung von der Verteilung zurück, die durch die Funktion RiskFitDistribution in der durch die Anpassungsquelle angegebenen Zelle ausgeführt wurde. Es handelt sich hier um die Funktion und die Argumente für die bestpassende Anpassungsverteilung.
Beispiele	Durch **RiskFitDescription(B9)** wird die Beschreibung der bestpassenden Verteilung für die Anpassung zurückgegeben, die in Zelle B9 durch die Funktion RiskFitDistribution ausgeführt wurde.
Richtlinien	Die Formel in *Anpassungsquelle* muss die Funktion RiskFitDistribution enthalten. *Für Art der Verteilung* kann WAHR angegeben werden, kann aber bei @RISK-Verteilungsfunktionsformat, wie z. B. RiskNormal(10,1;3,22), auch ausgelassen werden. Ebenfalls kann FALSCH angegeben werden, wenn es sich um ein lesbareres Format handelt, wie z. B. folgendes LogLogistic-Format: gamma=-1,384 beta=104,1 alpha=2,0912

RiskFitDistribution

Beschreibung	Durch ***RiskFitDistribution****(Datenbereich; Datentyp; Verteilungsliste; Selektor; untere Begrenzung; obere Begrenzung)* kann eine Verteilung den Daten in einem bestimmten Datenbereich angepasst werden. Falls gewünscht, können auf diese Weise auch angepasste Verteilungen auf solche in der Verteilungsliste beschränkt werden. Die angepassten Daten sind vom angegebenen Datentyp und die beste Anpassung wird mithilfe des durch den Selektor angegebenen Anpassungsgütetest gewählt. Mittels RiskFitDistribution werden Daten interaktiv angepasst und während der Simulation die Werteproben aus der bestpassenden Verteilung zurückgegeben. Diese Funktion funktioniert genauso wie die @RISK-Verteilungsfunktion für die in eine Zelle eingegebene beste Anpassung. **RiskFitDistribution** kann korreliert oder benannt werden sowie auch Eigenschaftsfunktionen enthalten, genauso wie das bei standardmäßigen @RISK-Verteilungsfunktionen der Fall ist. Mithilfe von **RiskFitDistribution** wird die angepasste Verteilung automatisch aktualisiert, sobald sich in Excel die angepassten Daten ändern. Durch diese Fähigkeit können angepasste Verteilungen automatisch aktualisiert werden, falls neue Daten empfangen werden oder sich die Daten während einer Simulation ändern.
Beispiele	**Durch RiskFitDistribution(BatchFit!$B$10:$B$210;1; {"Normal";"Weibull"};"AIC")** können die im Bereich BatchFit!$B$10:$B$210 befindlichen Daten angepasst und kann dann die bestpassende Weibull- oder Normal-Verteilung zurückgegeben werden. Die bestpassende Anpassung wird mithilfe des Anpassungsgütetests AIC ausgewählt.
Richtlinien	Bei Datentyp handelt es sich um 1 = kontinuierliche Wertproben, 2 = diskontinuierliche Werteproben, 3 = diskontinuierliche Werteproben (Count-Format), 4 = Nicht normalisierte xy-Werte, 5 = normalisierte xy-Werte oder x- und p-Werte. Diese Optionen entsprechen den Datensatztyp-Optionen im Dialogfeld **Verteilungen an Daten anpassen**. In der *Verteilungsliste* sind die Namen der anzupassenden Verteilungen aufgelistet, und zwar in Anführungszeichen. Falls mehrere Verteilungstypen erwünscht sind, müssen diese in der Liste in spitze Klammern gesetzt werden, wie z. B. {"Normal","Weibull"}. Durch den *Selektor* wird der Anpassungsgütetest angegeben, der zur Auswahl der besten Anpassung Verwendung finden soll. Hierfür kann der Test AIC, BIC, ChiSq, KS oder AD verwendet werden. Mittels *untere Begrenzung* und *obere Begrenzung* werden die Begrenzungen für die angepasste Verteilung festgelegt. Über INF oder –INF kann angegeben werden, dass die Verteilung unendlich ist, d. h. keine Begrenzungen hat. Verwenden Sie „Begrenzt", um die im Dialogfeld **Anpassung** befindliche Option **Begrenzt, aber unbekannt** anzugeben. Alle Argumente für RiskFitDistribution (außer *Datenbereich*) sind optional. Falls keine Argumente angegeben werden, sind die Standardwerte für optionale Argumente wie folgt: *Datentyp* = 1 oder kontinuierlich Werteproben und *Selektor* = AIC. Auch werden dann während der Anpassung alle Verteilungen ausprobiert und wird keine genaue *untere* und *obere Begrenzung* festgelegt.

RiskFitParameter

Beschreibung	Durch ***RiskFitParameter****(Anpassungsquelle;Parameter)* wird ein Parameter der am besten passenden Verteilung zurückgegeben, die durch die Funktion RiskFitDistribution in der durch die Anpassungsquelle angegebenen Zelle durchgeführt wurde.
Beispiele	Durch **RiskFitParameter(B9;1)** wird der erste Parameter oder das erste Argument der bestpassenden Verteilung für die Anpassung zurückgegeben, die in Zelle B9 durch die Funktion RiskFitDistribution ausgeführt wurde.
Richtlinien	Die Formel in *Anpassungsquelle* muss die Funktion RiskFitDistribution enthalten. Für *Parameter#* kann ein Wert zwischen 1 und der Anzahl der Argumente für die bestpassende Anpassungsverteilung angegeben werden, die durch die Funktion RiskFitDistribution ausgeführt wurde.

RiskFitStatistic

Beschreibung	Durch ***RiskFitStatistic****(Anpassungsquelle;Statistik)* wird eine Anpassungsstatistik zurückgegeben, die durch die Funktion RiskFitDistribution in der durch die Anpassungsquelle spezifizierten Zelle generiert wurde.
Beispiele	Durch **RiskFitDescription(B9;"ChiSq")** wird die ChiSq-Teststatistik der bestpassenden Verteilung für die Anpassung zurückgegeben, die in Zelle B9 durch die Funktion RiskFitDistribution ausgeführt wurde.
Richtlinien	Die Formel in *Anpassungsquelle* muss die Funktion RiskFitDistribution enthalten. Hierfür kann die Statistik AIC, BIC, ChiSq, KS, AD oder RMSError verwendet werden.

Referenz: Projektfunktionen

ProjectFieldVal

Beschreibung	Durch ***ProjectFieldVal*** wird der Wert eines Feldes direkt aus Microsoft Project in die damit in Beziehung stehende Excel-Zelle zurückgegeben. Dadurch wird @RISK-Verteilungen (sofern keine Simulation ausgeführt wird) ermöglicht, den gleichen Feldwert wie in Microsoft Project zurückzugeben. Andernfalls ist vielleicht in Excel ein Mittelwert zu sehen, der evtl. nicht dem Wert in Microsoft Project entspricht. ProjectFieldVal kann auch dazu verwendet werden, in Microsoft Project im Ablaufsplan eine Prozentabweichung in der deterministischen Schätzung zu ermöglichen. Mit anderen Worten, selbst wenn der Wert in Microsoft Project später aktualisiert oder geändert wird, kann dieselbe Verteilung zur Beschreibung der Ungewissheit verwendet werden.
Beispiele	**=RiskPert(53,1;59;80,RiskStatic(ProjectFieldVal))** Wenn diese Funktion in eine Excel-Zelle eingegeben wird, die mit der Zeitdauer einer Aufgabe in Beziehung steht, ist der in Excel bei nicht laufender Simulation zu sehende Wert (d. h. der statische Wert) genau der Wert, der in Microsoft Project in das entsprechende Feld **Dauer** eingegeben wurde.
Richtlinien	***ProjectFieldVal*** muss einer Zelle hinzugefügt werden, die mit einer Aufgabe oder einem Ressourcenfeld für ein Projekt in Beziehung steht, das mithilfe von @RISK in Excel importiert wurde. Bei dieser Zelle muss es sich um einen Verweis auf eine Zelle im Arbeitsblatt **Aufgaben** oder **Ressourcen** für ein Projekt handeln. *ProjectFieldVal* ist ein definierter Name der Excel durch @RISK hinzugefügt wurde und keine Argumente aufnehmen kann.

RiskProjectAddDelay

Beschreibung	Durch ***RiskProjectAddDelay****(Aufgabe;Länge;Kosten)* wird einem Projekt eine neue Aufgabe hinzugefügt, nachdem die vorhergehende Aufgabe beendet ist. Diese Aufgabe bezieht sich auf die angegebene Länge *(DelayLength)* und die angegebenen Kosten *(DelayCost)*. Diese Funktion wird verwendet, wenn Sie dem Projekt, das bei einem Ereignisrisiko nur in Iterationen simuliert wird, eine zusätzliche Aufgabe hinzufügen möchten. RiskProjectAddDelay ist nur während einer Simulation aktiv und fügt die neue Aufgabe nur zu Iterationen hinzu, bei denen die Argumente *Länge* und *Kosten* >0 sind.
Beispiele	Durch **RiskProjectAddDelay(Aufgaben!B10;10;10000)** wird eine Aufgabe hinzugefügt, und zwar nach der Aufgabe, die sich in Zeile 10 des Arbeitsblattes Aufgaben befindet. Die neue Aufgabe hat eine Länge von 10 (gemäß Zeitdauereinheiten der in Zeile 10 befindlichen Aufgabe) und einen Kostenwert von 10000. Durch **RiskProjectAddDelay(Aufgaben!B10;RiskTriang(5;10;15); RiskNormal(10000;1000))** wird eine neue Aufgabe hinzugefügt, und zwar nach der Aufgabe, die sich in Zeile 10 des Arbeitsblattes Aufgaben befindet. Die neue Aufgabe hat den Längenwert, der aus der Verteilung **RiskTriang(5;10;15)** unter Verwendung der Zeitdauereinheiten der in Zeile 10 befindlichen Aufgabe erhoben wurde. Die Kosten entsprechen dagegen denen, die aus der Verteilung **RiskNormal(10000;1000)** erhoben wurden.
Richtlinien	Bei der *Aufgabe* muss es sich um einen Verweis auf eine Zelle im Arbeitsblatt Aufgaben für ein Projekt handeln. Durch die Zeile, in der sich die Zelle befindet, ergibt sich die Aufgabe, die als vorhergehende Aufgabe zu verwenden ist. Der neuen Aufgabe wird *DelayCost* zugewiesen und dieser Wert wird dann in Microsoft Project der Kostenzusammenfassung für das Projekt hinzugefügt. Bei Beginn jeder Iteration werden alle Aufgaben, die während der vorhergehenden Iteration durch **RiskProjectAddDelay** hinzugefügt wurden, wieder entfernt und das Projekt wird dann auf seine ursprünglichen Aufgaben zurückgesetzt. Bei einer Iteration mit hinzugefügter Aufgabe wird die Nachfolgeaufgabe der vorhergehenden Aufgabe auf die neue Aufgabe abgeändert, die durch **RiskProjectAddDelay** hinzugefügt wurde. Die Nachfolgeaufgaben der neuen Aufgabe werden auf die ursprünglichen Nachfolgeaufgaben von *Aufgabe* eingestellt. *Länge* und *Kosten* müssen >=0 sein. RiskProject-Funktionen sind nur während der Simulation aktiv und nicht bei einzelnen Excel-Neuberechnungen, wenn der Probenerhebungstyp auf Monte Carlo eingestellt ist.

RiskProjectAddCost

Beschreibung	Durch ***RiskProjectAddCost****(Kosten;Zeit)* wird dem Projekt ein neuer Kostenposten hinzugefügt, und zwar an dem durch TimeToAdd angegebenen Datum. Diese Funktion wird verwendet, wenn Sie dem Projekt, das bei einem Ereignisrisiko in Iterationen simuliert wird, zusätzliche Kosten hinzufügen möchten. ***RiskProjectAddCost*** ist nur während einer Simulation aktiv und fügt neue Kosten auch nur zu Iterationen hinzu, bei denen das Argument *Kosten* >0 ist. Die Kosten werden dem Projekt in der Arbeitsmappe hinzugefügt, in der sich die Funktion befindet.
Beispiele	Durch **RiskProjectAddCost (10000;DATUM(2013;1;1))** werden am 1. Januar 2013 neue Kosten in Höhe von 10000 hinzugefügt. Durch **RiskProjectAddCost (RiskNormal(10000;1000), RiskUniform(DATUM(2010;1;1),DATUM(2013;1;1);RiskIsDate(WAHR)))** werden neue Kosten hinzugefügt, und zwar wie aus Verteilung RiskNormal(10000;1000) erhoben und an dem aus Verteilung RiskUniform(DATUM(2010;1;1);DATUM(2013;1;1); RiskIsDate(WAHR))) erhobenen Datum.
Richtlinien	*Kosten*>0 Bei Beginn jeder Iteration werden alle Kosten, die während der vorhergehenden Iteration durch **RiskProjectAddCost** hinzugefügt wurden, wieder entfernt und wird das Projekt dann zurückgesetzt. RiskProject-Funktionen sind nur während der Simulation aktiv und nicht bei einzelnen Excel-Neuberechnungen, wenn der Probenerhebungstyp auf Monte Carlo eingestellt ist.

RiskProjectRemoveTask

Beschreibung	Durch ***RiskProjectRemoveTask****(Aufgaben)* werden Aufgaben aus einem in einer bestimmten Iteration simulierten Projekt entfernt. Diese Funktion wird verwendet, wenn Sie in dem Projekt, das bei Ereignisrisiko simuliert wird, gewisse Aufgaben nicht ausführen möchten.
Beispiele	Durch **RiskProjectRemoveTask (Aufgaben!B10)** wird die Aufgabe entfernt, die sich in Zeile 10 des Arbeitsblattes Aufgaben befindet.
Richtlinien	Bei *Aufgaben* muss es sich um einen Verweis auf Zellen im Arbeitsblatt Aufgaben für ein Projekt handeln. Durch die Zeile, in der sich die Zelle oder die Zellen befinden, wird entschieden, welche Aufgabe zu entfernen ist. Bei Beginn jeder Iteration werden alle Aufgaben, die während der vorhergehenden Iteration durch **RiskProjectRemoveTask** entfernt wurden, wieder hinzugefügt und wird das Projekt dann auf seine ursprünglichen Aufgaben zurückgesetzt. RiskProject-Funktionen sind nur während der Simulation aktiv und nicht bei einzelnen Excel-Neuberechnungen, wenn der Probenerhebungstyp auf Monte Carlo eingestellt ist.

RiskProjectResourceAdd

Beschreibung	Durch ***RiskProjectResourceAdd***(*Aufgabe;Ressource;Einheiten*) wird einer Aufgabe eine Ressource zugewiesen. Diese Funktion wird bei jeder Iteration einer Simulation dazu verwendet, die einer Aufgabe zugewiesenen Ressourcen zu ändern. Die im Projekt berechneten Kosten reflektieren jeweils die geänderte Verwendung in den einzelnen Iterationen der Simulation.
Beispiele	Durch **WENN(RiskUniform(0;1)>0,5); RiskProjectResourceAdd (Aufgaben!B10; Ressourcen!B7;1))** wird im Arbeitsblatt **Ressourcen** die in Zeile 7 befindliche Ressource der Aufgabe zugewiesen, die sich im Arbeitsblatt **Aufgaben** in Zeile 10 befindet. Dies passiert jedesmal, wenn sich in einer Simulations-Iteration die Excel-Funktion WENN auf WAHR stellt. Als Einheitenwert wird hier der Wert 1 verwendet, um anzuzeigen, dass die neue Ressource der Aufgabe zu 100 % zugewiesen ist.
Richtlinien	Bei *Aufgabe* muss es sich um einen Verweis auf Zellen im Arbeitsblatt **Aufgaben** für ein Projekt handeln. Bei *Ressource* muss es sich um einen Verweis auf Zellen im Arbeitsblatt **Ressourcen** für ein Projekt handeln. *Einheiten* muss >= 0 sein. Für Aufgaben (d. h. für solche, die schon vor der Simulation existieren) werden die standardmäßigen Ressourcen-Zuweisungen verwendet, sofern die Funktion RiskProjectResourceAdd in der betreffenden Iteration nicht aktiviert ist. RiskProject-Funktionen sind nur während der Simulation aktiv und nicht bei einzelnen Excel-Neuberechnungen, wenn der Probenerhebungstyp auf Monte Carlo eingestellt ist.

RiskProjectResourceRemove

Beschreibung	Durch ***RiskProjectResourceRemove****(Aufgabe;Ressource)* wird die einer Aufgabe zugewiesene Ressource entfernt. Diese Funktion wird bei jeder Iteration einer Simulation dazu verwendet, die einer Aufgabe zugewiesenen Ressourcen zu ändern. Die im Projekt berechneten Kosten reflektieren jeweils die geänderte Verwendung in den einzelnen Iterationen der Simulation.
Beispiele	Durch **WENN(RiskUniform(0;1)>0,5); RiskProjectResourceRemove (Aufgaben!B10; Ressourcen!B7)** wird im Arbeitsblatt **Ressourcen** die in Zeile 7 befindliche Ressource von der Aufgabe entfernt, die sich im Arbeitsblatt **Aufgaben** in Zeile 10 befindet. Dies passiert jedesmal, wenn in einer Simulations-Iteration die Excel-Funktion WENN als WAHR angezeigt wird.
Richtlinien	Bei *Aufgabe* muss es sich um einen Verweis auf Zellen im Arbeitsblatt **Aufgaben** für ein Projekt handeln. Bei *Ressource* muss es sich um einen Verweis auf Zellen im Arbeitsblatt **Ressourcen** für ein Projekt handeln. Für Aufgaben (d. h. für solche, die schon vor der Simulation existieren) werden die standardmäßigen Ressourcen-Zuweisungen verwendet, sofern die Funktion RiskProjectResourceRemove in der betreffenden Iteration nicht aktiviert ist. RiskProject-Funktionen sind nur während der Simulation aktiv und nicht bei einzelnen Excel-Neuberechnungen, wenn der Probenerhebungstyp auf Monte Carlo eingestellt ist.

RiskProjectResourceUse

Beschreibung	Durch ***RiskProjectResourceUse*** *(Aufgabe;Ressource;Verwendungswert)* wird *Verwendungswert* auf eine der Aufgabe zugewiesene Ressource angewendet. Diese Funktion wird dazu verwendet, die Anzahl der Einheiten einer Material-Ressource (oder Arbeits-Ressource) zu ändern, die bei jeder Iteration der Simulation der betreffenden Aufgabe zugewiesen wird. Die im Projekt berechneten Kosten reflektieren jeweils die geänderte Verwendung in den einzelnen Iterationen der Simulation.
Beispiele	Durch **RiskProjectResourceUse (Aufgaben!B10; Ressourcen!B7;RiskUniform(10;50))** wird die Verwendung der Ressource in Zeile 7 des Arbeitsblattes Ressourcen eingestellt, die der in Zeile 10 des Arbeitsblattes Aufgaben befindlichen Aufgabe zugewiesen ist. Die Probe des Verwendungswerts wird durch die Verteilung RiskUniform(10;50) erhoben.
Richtlinien	Bei *Aufgabe* muss es sich um einen Verweis auf Zellen im Arbeitsblatt Aufgaben für ein Projekt handeln. Bei *Ressource* muss es sich um einen Verweis auf Zellen im Arbeitsblatt Ressourcen für ein Projekt handeln. *Verwendungswert* muss >= 0 sein. *Verwendungswert* wird auf die Ressourcen-Einheiten angewendet, die der *Aufgabe* zugewiesen sind, wenn es sich bei *Ressource* um eine Material-Ressource handelt, oder auf die Ressourcen-Arbeit, falls die *Ressource* eine Arbeits-Ressource ist. Falls im Projekt der *Aufgabe* noch keine *Ressource* zugewiesen ist, wird @RISK vor der Simulation eine solche zuweisen, die Werteproben der Einheiten während der Simulationsausführung anwenden und die Zuweisung dann am Ende der Simulation wieder löschen. RiskProject-Funktionen sind nur während der Simulation aktiv und nicht bei einzelnen Excel-Neuberechnungen, wenn der Probenerhebungstyp auf Monte Carlo eingestellt ist.

Referenz: Zeitserienfunktionen

Es sind drei Gruppen von @RISK-Zeitserienfunktionen vorhanden: ARMA (auto-regressiv, gleitender Durchschnitt), GBM (geometrische Brownsche Bewegung) nebst Variationen und ARCH (auto-regressive, bedingt heteroskedastische Zeitserie) nebst Variationen.

Die ARMA-Prozesse sind davon wohl am besten bekannt. Sie wurden vor einigen Jahrzehnten von Box und Jenkins entwickelt und sind seitdem auf eine ganze Reihe von Einstellungen angewendet worden. Auch sind diese Prozesse in viele statistische Softwarepakete implementiert worden. Die Theorie der ARMA-Prozesse basiert auf Stationarität, d. h. darauf, dass die Verteilung von Zeitserien-Variablen immer ungefähr gleich bleibt. Insbesondere bedeutet das, dass Mittelwert und Varianz stets gleich bleiben. Falls keine Stationarität besteht, werden die Zeitserien-Variablen gewöhnlich transformiert, und zwar meistens durch Logarithmen, Differenzierung und/oder Unabhängigmachung von der Saison, um Stationarität zu verursachen. Anschließend wird dann ein ARMA-Prozess auf den transformierten Vorgang angewendet.

Im Allgemeinen werden ARMA-Prozesse durch die beiden Ganzzahlwerte p und q gekennzeichnet, wobei es sich bei p um die auto-regressive und bei q um die Gleitdurchschnitts-Variable handelt. In @RISK sind nur die gebräuchlichsten Versionen implementiert, in denen $p + q$ nicht größer als 2 sind. Bei diesen Versionen handelt es sich um AR(1), AR(2), MA(1), MA(2) und ARMA(1;1).

Der GBM-Prozess nebst Variationen besteht aus kontinuierlichen Zeitprozessen. Diese Prozesse sind bisher besonders in finanziellen Anwendungen, wie z. B. für Preisgestaltungsoptionen, verwendet worden. In diesen Anwendungen ist die Zeitserien-Variable mitunter der Kurs eines Wertpapiers und manchmal auch der Kursänderungswert, d. h. die Rendite. Im Gegensatz zu den ARMA-Prozessen wird beim GBM-Prozess nicht angenommen, dass Stationarität vorhanden ist. Wenn es sich beispielsweise bei der Zeitserien-Variable um den Kurs eines Wertpapiers handelt, kann es leicht ein steigender Trend sein. Mit anderen Worten, der Preis des Wertpapiers wird sich wahrscheinlich mit der Zeit erhöhen. Die GBM-Prozesse haben jedoch die „erinnerungslose“ Markov-Eigenschaft. Das heißt, sofern der aktuelle Kurs oder Preis bekannt ist, spielt die Vergangenheit für die Zukunftsprognose absolut keine Rolle,

Bei den diskretisierten in @RISK implementierten GBM-Versionen handelt es sich um den grundsätzlichen GBM-Prozess und um GBM mit Sprungdiffusion (GBMJD). Bei den nicht geometrischen Brownian Motion-Prozessen handelt es sich um BM mit Mittelwertumkehrung (BMMR) und GBM mit Mittelwertumkehrung und Sprungdiffusion (BMMRJD).

Der ARCH-Prozess nebst Variationen wurde erst relative kürzlich entwickelt, um den Änderungen in Volatilität Rechenschaft zu tragen, die in finanziellen Variablen beobachtet worden sind. Diese Art von Prozess wurde daher bisher hauptsächlich auf finanzielle Modelle angewendet. ARCH-Prozesse basieren auf auto-regressiven Prozessen (AR-Prozessen) mit einem konstanten Mittelwert. Die Volatilität wird jedoch separat modelliert, um nicht stationäre Varianz zu ermöglichen. (Der Ausdruck „Heteroskedastizität" bedeutet „nicht konstante Varianz".)

Genau wie die ARMA-Prozesse ist auch der ARCH-Prozess durch den Ganzzahlwert *q* gekennzeichnet und die Variationen sind an den Ganzzahlwerten *p* und *q* zu erkennen. Der Wert *p* bezieht sich wiederum auf die auto-regressive und *q* auf die „Fehler"-Variable (d. h., auf die Abweichungen vom Mittelwert). Bei den folgenden in @RISK implementierten Versionen entsprechen *p* und *q* dem Wert 1: ARCH(1), GARCH(1;1), EGARCH(1;1) und APARCH(1;1).

Es ist dabei zu beachten, dass die Parametrisieung dieser Prozesse nicht bei allen Zeitserienverweisen gleich ist. Es handelt sich bei der hier verwendeten Parametrisierung um eine ziemlich standardmäßige Version, aber es ist evtl. notwendig, die Symbole des von Ihnen bevorzugten Zeitserienverweises entsprechend zu „übersetzen".

RiskAR1

Beschreibung	Durch **RiskAR1** (μ, σ, a_1, Y_0) wird ein auto-regressiver (AR) Prozess erster Ordnung generiert, und zwar mit dem Mittelwert μ, dem Volatilitäts-Parameter σ, dem auto-regressiven Koeffizienten a_1 und dem Wert Y_0 bei Zeit 0. Der AR1-Prozess wird häufig für Zeitserien verwendet, da er einfach auszuführen ist und oft eine gute Anpassung ergibt. Dieser Prozess ist durch eine Autokorrelations-Funktion (ACF) gekennzeichnet, die sich geometrisch verringert, und eine teilweise automatisch korrelierende Funktion (PACF), die nach Verzögerung 1 auf 0 abschneidet.
Beispiele	Durch **RiskAR1(100; 40; 0,8; 490)** wird ein AR1-Prozess mit dem Mittelwert 100, der Varianz $40^2 / (1-0.8^2) = 66.7^2$, dem auto-regressiven Koeffizienten 0,8 und dem Wert 490 bei Zeit 0 generiert. Mittels **RiskAR1(C10; C11; C12; C13)** wird ein AR1-Prozess mit Parametern aus den Zellen C10 bis C13 generiert.
Richtlinien	$\|a_1\| < 1$ ist eine notwendige Bedingung für die Stationarität.
Technische Einzelheiten	Definieren Sie N_t = eine Werteprobe aus der Normal(0;1)-Verteilung $\varepsilon_t = \sigma N_t$ und anschließend $(Y_t - \mu) = a_1(Y_{t-1} - \mu) + \varepsilon_t$ Mittelwert und Varianz sind $E(Y_t) = \mu$ und $Var(Y_t) = \sigma^2 / (1 - a_1^2)$

RiskAR2

Beschreibung	Durch **RiskAR2** $(\mu, \sigma, a_1, a_2, Y_0, Y_{-1})$ wird ein auto-regressiver Prozess zweiter Ordnung (AR2) generiert, und zwar mit dem Mittelwert μ, dem Volatilitäts-Parameter σ, den auto-regressiven Koeffizienten a_1 und a_2 sowie den Werten Y_0 und Y_{-1} bei den Zeiten 0 und -1. Dieser Prozess ist durch eine Autokorrelations-Funktion (ACF) gekennzeichnet, die sich geometrisch oder gemäß gedämpfter Sinuswellen verringert, und eine teilweise automatisch korrelierende Funktion (PACF), die nach Verzögerung 2 auf 0 abschneidet.
Beispiele	Durch **RiskAR2(100; 40; 0,6; 0,2; 490; 495)** wird ein AR 2-Prozess generiert, und zwar mit dem Mittelwert 100, der Varianz $40^2 / (1-0.6^2-0.2^2) = 51.6^2$, den auto-regressiven Koeffizienten 0,6 und 0,2 sowie den Werten 490 und 495 bei den Zeiten 0 und -1. Mittels **RiskAR1(C10; C11; C12; C13; C14)** wird ein AR2-Prozess mit Parametern aus den Zellen C10 bis C14 generiert.
Richtlinien	$a_1 + a_2 < 1$, $a_2 - a_1 < 1$ und $-1 < a_2 < 1$ sind notwendige Bedingungen für Stationarität.
Technische Einzelheiten	Definieren Sie N_t N_t = eine Werteprobe aus der Normal(0;1)-Verteilung $\varepsilon_t = \sigma N_t$ und anschließend $(Y_t - \mu) = a_1(Y_{t-1} - \mu) + a_2(Y_{t-2} - \mu) + \varepsilon_t$ Mittelwert und Varianz sind $E(Y_t) = \mu$ und $Var(Y_t) = \sigma^2 / (1 - a_1^2 - a_2^2)$

RiskMA1

Beschreibung	Durch **RiskMA1** $(\mu, \sigma, b_1, \varepsilon_0)$ wird ein Gleitdurchschnitts (MA)-prozess erster Ordnung generiert, und zwar mit dem Mittelwert μ, dem Volatilitätsparameter σ, dem Gleitdurchschnitts-Koeffizienten b_1 und der anfänglichen Fehler-Variable ε_0. Der MA1-Prozess wird häufig für Zeitserien verwendet, da er einfach auszuführen ist und oft eine gute Anpassung ergibt. Dieser Prozess ist durch eine Autokorrelations-Funktion (ACF) gekennzeichnet, die nach Verzögerung 1 auf 0 abschneidet, und die teilweise automatisch korrelierende Funktion (PACF), die sich geometrisch verringert.
Beispiele	Durch **RiskMA1(500; 40; 0,5; 10)** wird ein MA 1-Prozess generiert, und zwar mit dem Mittelwert 500, der Varianz $40^2(1+0.5^2) = 44.7^2$, dem Gleitdurchschnitts-Koeffizienten 0.5 und der anfänglichen Fehler-Variable 10. Mittels **RiskMA1(C10; C11; C12; C13)** wird ein MA1-Prozess mit Parametern aus den Zellen C10 bis C13 generiert.
Technische Einzelheiten	Definieren Sie N_t = eine Werteprobe aus der Normal(0;1)-Verteilung $\varepsilon_t = \sigma N_t$ und anschließend $Y_t = \mu + b_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$ Mittelwert und Varianz sind $E(Y_t) = \mu$ und $Var(Y_t) = \sigma^2(1+b_1^2)$

RiskMA2

Beschreibung	Durch **RiskMA2** $(\mu, \sigma, b_1, b_2, \varepsilon_0, \varepsilon_{-1})$ wird ein Gleitdurchschnitts (MA)-prozess zweiter Ordnung generiert, und zwar mit dem Mittelwert μ, dem Volatilitätsparameter σ, den Gleitdurchschnitts-Koeffizienten b_1 und b_2 sowie den anfänglichen Fehler-Variablen ε_0 und ε_{-1}. Dieser Prozess ist durch eine Autokorrelations-Funktion (ACF) gekennzeichnet, die nach Verzögerung 2 auf 0 abschneidet, und eine teilweise automatisch korrelierende Funktion (PACF), die sich geometrisch oder gemäß gedämpfter Sinuswellen verringert.
Beispiele	Durch **RiskMA2(500; 40; 0,4; -0,2; 10; -5)** wird ein MA 2-Prozess generiert, und zwar mit dem Mittelwert 500, der Varianz $40^2(1+0.4^2+(-0.2)^2) = 43.8^2$, den Gleitdurchschnitts-Koeffizienten 0,4 und 0,2 sowie den anfänglichen Fehler-Variablen 10 und -5. Mittels **RiskMA2(C10; C11; C12; C13; C14; C15)** wird ein MA2-Prozess mit Parametern aus den Zellen C10 bis C15 generiert.
Technische Einzelheiten	Definieren Sie N_t = eine Werteprobe aus der Normal(0;1)-Verteilung $\varepsilon_t = \sigma N_t$ und anschließend $Y_t = \mu + b_1\varepsilon_{t-1} + b_2\varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t$ Mittelwert und Varianz sind $E(Y_t) = \mu$ und $Var(Y_t) = \sigma^2(1+b_1^2+b_2^2)$

RiskARMA11

Beschreibung	Durch **RiskARMA11** $(\mu, \sigma, a_1, b_1, Y_0, \varepsilon_0)$ wird ein auto-regressiver Gleitdurchschnitts (ARMA11)-prozess erster Ordnung generiert, und zwar mit dem Mittelwert μ, dem Volatilitätsparameter σ, dem auto-regressiven Koeffizienten a_1, dem Gleitdurchschnitts-Koeffizienten b_1, dem Wert Y_0 bei Zeit 0 sowie der anfänglichen Fehler-Variablen ε_0. ARMA11 ist durch die ACF-Funktion gekennzeichnet, die sich geometrisch verringert, und durch eine PACF-Funktion, die ungefähr der PACF-Funktion eines MA1-Prozesses entspricht.
Beispiele	Durch **RiskARMA11(100; 40; 0,8; -0,2; 490; 10)** wird ein ARMA11-Prozess generiert, und zwar mit dem Mittelwert 100, der Varianz $40^2(1+(-0.2)^2+2(0.8)(-0.2))/(1-0.8^2)=56.6^2$, dem auto-regressiven Koeffizienten 0,8, dem Gleitdurchschnitts-Effizienten -0,2, dem Wert 490 bei der Zeit 0 sowie der anfänglichen Fehler-Variablen 10. Mittels **RiskARMA11(C10; C11; C12; C13; C14; C15)** wird ein ARMA11-Prozess mit Parametern aus den Zellen C10 bis C15 generiert.
Richtlinien	$\lvert a_1 \rvert < 1$ ist eine notwendige Bedingung für die Stationarität.
Technische Einzelheiten	Definieren Sie N_t = eine Werteprobe aus der Normal(0;1)-Verteilung $\varepsilon_t = \sigma N_t$ und anschließend $(Y_t - \mu) = a_1(Y_{t-1} - \mu) + b_1\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$ Mittelwert und Varianz sind $E(Y_t) = \mu$ und $Var(Y_t) = \sigma^2(1+b_1^2+2a_1b_1)/(1-a_1^2)$

RiskGBM

Beschreibung	Durch **RiskGBM** (μ, σ, Y_0) wird ein geometrischer Brownscher Bewegungsprozess (GBM) generiert, und zwar mit Positionsparameter μ, Volatilitätsparameter σ und Wert Y_0 bei Zeit 0. Dies ist ein kontinuierlich stochastischer Prozess, in dem der Logarithmus der Serie der Brownschen Bewegung folgt, die auch Wiener-Prozess genannt wird. Im finanziellen Zusammenhang ist die Serie gewöhnlich der Kurs eines Wertpapiers, der lognormal verteilt ist. In diesem Fall ist die „Rendite" der Serie, bei der es sich im Wesentlichen um die Kursänderung handelt, ganz normal verteilt.
Beispiele	**Durch RiskGBM(0,01; 0,05; 50)** wird ein GBM-Prozess mit einem Trend von 1 %, einer Volatilität von 5 % und einem anfänglichen Wert von 50 generiert. Mittels **RiskGBM(C10; C11; C12)** wird ein GBM-Prozess mit Parametern aus den Zellen C10 bis C12 generiert.
Technische Einzelheiten	Definieren Sie N_t = eine Werteprobe aus der Normal(0;1)-Verteilung für irgendeine $t \geq 0,\ T > 0,$ $Y_{t+T} = Y_t \exp\left[(\mu - \sigma^2/2)T + N_{t+T}\sigma\sqrt{T}\right]$ Das diskontinuierliche Gegenstück dazu ist $Y_t = Y_{t-1} \exp\left[(\mu - \sigma^2/2) + N_t\sigma\right]$ Der bedingte Mittelwert und die Varianz von Y_{t+T} bei gegebenem Y_t sind $E(Y_{t+T}) = Y_t \exp(\mu T)$ und $Var(Y_{t+T}) = Y_t^2 \exp(2\mu T)\left[\exp(\sigma^2 T) - 1\right]$ Falls dies im finanziellen Zusammenhang steht und es sich bei Y_t um den Kurs eines Wertpapiers bei Zeit *t* handelt, wird die Variable in den eckigen Klammern der Gleichung für Y_{t+T}, d. h. die Rendite des Wertpapiers, ganz normal verteilt, und zwar mit dem Mittelwert $(\mu - \sigma^2/2)T$ und der Varianz $\sigma^2 T$.

RiskBMMR

Beschreibung	Durch **RiskBMMR** $(\mu, \sigma, \alpha, Y_0)$ wird ein Brownscher Bewegungsprozess mit mittlerem Umkehrungswert generiert, und zwar mit Langfrist-Mittelwertsparameter μ, Volatilitätsparameter σ, Umkehrungsgeschwindigkeitsparameter α und Wert Y_0 bei Zeit 0. Im Gegensatz zur standardmäßigen Brownschen Bewegung tendiert das Modell mit mittlerem Umkehrungswert jedoch in Richtung langfristigem Gleichgewichtsmittelwert. Wenn die Serie sich oberhalb dieser Ebene befindet, tendiert der Wert nach oben und natürlich auch umgekehrt. Der Parameter α steuert die Geschwindigkeit der Umkehrung, wobei höhere Ebenen schnellere Umkehrung bedeuten. Dieser Prozess wurde ursprünglich im Jahre 1977 von Herrn Vasicek als Modell für Zinssätze vorgeschlagen. Dieser Prozess ist jedoch gewöhnlich für Aktienpreise nicht so gut geeignet, da diese normalerweise kaum zu einem Langfrist-Mittelwert zurückkehren. Zinssätze können sich jedoch nicht unendlich erhöhen, da sie gewissermaßen durch die Konjunktur gewöhnlich auf einen Langfrist-Mittelwert zurückkehren.
Beispiele	Durch **RiskBMMR(0,01; 0,05; 0,2; 0,015)** wird eine Brownscher Bewegung-Prozess mit mittlerem Umkehrungswert generiert, und zwar mit einem Langfrist-Mittelwert von 1 %, einer Volatilität von 5 %, einer Umkehrungsgeschwindigkeitsrate von 0,2 und einem Wert von 1,5 % bei Zeit 0. Mittels **RiskBMMR(C10; C11; C12; C13)** wird ein Brownscher Bewegungsprozess mit mittlerem Umkehrungswert und Parametern aus den Zellen C10 bis C13 generiert.
Technische Einzelheiten	Definieren Sie N_t = eine Werteprobe aus der Normal(0;1)-Verteilung und dann für $t \geq 0$, $T > 0$, $Y_{t+T} = \left[\mu + e^{-\alpha T}(Y_t - \mu)\right] + N_{t+T}\sigma\sqrt{\frac{1-e^{-2\alpha T}}{2\alpha}}$ $r_t = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + N_t \sigma \sqrt{t}$ Das diskontinuierliche Gegenstück dazu ist $Y_t = \left[\mu + e^{-\alpha}(Y_{t-1} - \mu)\right] + N_t \sigma \sqrt{\frac{1-e^{-2\alpha}}{2\alpha}}$ Der bedingte Mittelwert und die Varianz von Y_{t+T} bei gegebenem Y_t sind $E(Y_{t+T}) = \mu + e^{-\alpha T}(Y_t - \mu) \rightarrow \mu$ als $T \rightarrow \infty$ und $Var(Y_{t+T}) = \sigma^2 \frac{1-e^{-2\alpha T}}{2\alpha} \rightarrow \sigma^2 / 2\alpha$ als $T \rightarrow \infty$

RiskGBMJD

Beschreibung	Durch **RiskGBMJD** $(\mu, \sigma, \lambda, \mu_J, \sigma_J)$ wird ein geometrischer Brownscher Bewegungsprozess mit Sprungdiffusion generiert, und zwar mit dem Trend-Parameter μ, dem Volatilitätsparameter σ, der Sprungrate λ und den normalen Parametern für Sprunggröße μ_J und σ_J. Dieser Prozess wird gewöhnlich im finanziellen Zusammenhang verwendet, um eine Rendite zu modellieren, wie z. B. bei einer Wertpapierkursänderung, wenn es sich um zufällige Schocks handelt. Insbesondere wird angenommen, dass Schocks gemäß Poisson-Prozess auftreten, d. h. mit einer Rate von λ, und dass dann jedesmal im Prozess ein Sprung stattfindet, der mithilfe der Parameter μ_J und σ_J normal verteilt wird.
Beispiele	Durch **RiskGBMJD**(0,01; 0,05; 0,1; 0,015; 0,025) wird ein GBM-Prozess mit Sprungdiffusion generiert, und zwar mit einem Trend von 1 %, einer Volatilität von 5 %, einer Sprungrate von 0,1, einem Sprungmittelwert von 1,5 % und einer standardmäßigen Sprungabweichung von 2,5 %. **RiskGBMJD**(C10, C11, C12, C13, C14) spezifiziert eine geometrische Brownsche Bewegungsfunktion mit Sprungdiffusion und Parametern aus den Zellen C10 bis C14.
Technische Einzelheiten	Definieren Sie N_t = eine Werteprobe aus der Normal(0;1)-Verteilung K_t = eine Werteprobe aus einer Poisson (λt) -Verteilung und dann für $t \geq 0$, $Y_t = (\mu - \frac{\sigma^2}{2})t + K_t \mu_J + N_t \sqrt{\sigma^2 t + \sigma_J^2 K_t}$ $r_t = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + N_t \sigma \sqrt{t}$ Wie bereits erwähnt, ist dieses in der Regel ein Modell für die Rendite aus einem Wertpapier. Der Preis P_t ergibt sich dann aus $\ln(P_t) - \ln(P_0) = Y_t$ bzw., aus $P_t = P_0 \exp(Y_t)$,

RiskBMMRJD

Beschreibung	Durch **RiskBMMRJD** $(\mu, \sigma, \alpha, \lambda, \mu_J, \sigma_J, Y_0)$ wird ein Brownscher Bewegungsprozess mit mittlerem Umkehrungswert und Sprungdiffusion generiert. Bei diesem Prozess handelt es sich um eine Kombination von RiskBMMR und Sprungdiffusion.
Beispiele	Durch **RiskBMMRJD(0,01; 0,05; 0,2; 0,1; 0,015; 0,025; 0,015)** wird ein Brownscher Bewegungsprozess mit mittlerem Umkehrungswert und Sprungdiffusion generiert, und zwar mit einem Trend von 1 %, einer Volatilität von 5 %, einer Umkehrungsgeschwindigkeit von 0,2, einer Sprungrate von 0,1, einem Sprunggrößenmittelwert von 1,5 %, einer standardmäßigen Sprunggrößenabweichung von 2,5 % und einem Wert von 1,5 % bei Zeit 0. Durch **RiskBMMRJD(C10; C11; C12; C13; C14; C15; C16)** wird ein Brownscher Bewegungsprozess mit mittlerem Umkehrungswert und Sprungdiffusion unter Verwendung von Parametern aus den Zellen C10 bis C16 generiert.
Technische Einzelheiten	Für diesen Prozess gibt es keine einfache Form.

RiskARCH1

Beschreibung	Durch **RiskARCH1** (μ, ω, b_1, Y_0) wird ein auto-regressiver, bedingt heteroskedastischer Prozess erster Ordnung (ARCH1) generiert, und zwar mit dem Mittelwert μ *,* dem Volatilitäts-Parameter ω, dem Fehlerkoeffizienten b_1 und dem Wert Y_0 bei Zeit 0. ARCH-Prozesse werden verwendet, wenn angenommen wird, dass die Prozess-Varianz nicht immer gleich bleibt.
Beispiele	Durch **RiskARCH1(50; 10; 0,5; 49)** wird ein ARCH1-Prozess mit dem Mittelwert 50, dem Volatilitätsparameter 10, dem Fehlerkoeffizienten 0,5 und dem Wert 49 bei Zeit 0 generiert. **RiskARCH1(C10; C11; C12; C13)** kennzeichnet einen ARCH1-Prozess mit Parametern aus den Zellen C10 bis C13.
Richtlinien	$a_1 > 0$
Technische Einzelheiten	Definieren Sie N_t **Nt** = eine Werteprobe aus der Normal(0;1)-Verteilung und anschließend $Y_t = \mu + \sigma_t N_t$ wobei σ_t wie folgt modelliert ist: $\sigma_t^2 = \omega + b_1(Y_{t-1} - \mu)^2$ Es wird davon ausgegangen, dass Y_t normal verteilt ist, und zwar mit dem Mittelwert μ und der Varianz σ_t^2, aber bei dieser beim vorherigen Prozesswert nur bedingten Varianz handelt es sich um eine gewichtete Kombination aus dem Volatilitätsparameter ω und der vorherigen ins Quadrat erhobenen Mittelwertsabweichung.

RiskGARCH11

Beschreibung	Durch **RiskGARCH11** $(\mu, \omega, b_1, a_1, Y_0, \sigma_0)$ wird ein verallgemeinerter ARCH-Prozess mit dem Mittelwert μ, dem Volatilitätsparameter ω, dem Fehlerkoeffizienten b_1, dem auto-regressiven Koeffizienten a_1, dem Wert Y_0 bei Zeit 0 und der anfänglichen Standardabweichung σ_0 generiert. Dies ist eine Verallgemeinerung des ursprünglichen ARCH-Modells, sodass es sich bei dem Modell für die bedingte Varianz bei Zeit *t* eigentlich um eine gewichtete Kombination aus den folgenden drei Variablen handelt: Volatilitätsparameter ω, vorheriger ins Quadrat erhobener Mittelwertsabweichung und vorheriger Varianz. Dieser Prozess ist bisher bei der Anpassung von finanziellen Daten erfolgreicher als der ARCH1-Prozess gewesen.
Beispiele	Durch **RiskGARCH11(50; 10; 0,25; 0,35; 49; 2)** wird ein GARCH11-Prozess generiert, und zwar mit dem Mittelwert 50, dem Volatilitätsparameter 10, dem Fehlerkoeffizienten 0,25, dem auto-regressiven Koeffizienten 0,35, dem Wert 49 bei Zeit 0 und einer anfänglichen Standardabweichung von 2. Mittels **RiskGARCH11(C10; C11; C12; C13; C14; C15)** wird ein GARCH11-Prozess mit Parametern aus den Zellen C10 bis C15 generiert.
Richtlinien	$a_1 \geq 0, b_1 \geq 0$, dabei muss a_1 oder b_1 positiv sein und $\omega > 0$
Technische Einzelheiten	Definieren Sie N_t $\mathbf{N_t}$ = eine Werteprobe aus der Normal(0;1)-Verteilung und anschließend $Y_t = \mu + \sigma_t N_t$ wobei σ_t wie folgt modelliert ist: $\sigma_t^2 = \omega + b_1(Y_{t-1} - \mu)^2 + a_1\sigma_{t-1}^2$

RiskEGARCH11

Beschreibung	Durch **RiskEGARCH11** $(\mu,\omega,\theta,\gamma,b_1,a_1,Y_0,\sigma_0)$ wird ein exponentieller GARCH-Prozess mit dem Mittelwert μ, dem Volatilitätsparameter ω, den Parametern θ und γ, dem Fehlerkoeffizienten b_1, dem auto-regressiven Parameter a_1, dem Wert Y_0 bei Zeit 0 und der anfänglichen Standardabweichung σ_0 generiert. **Diese GAARCH-Version ermöglicht negative Protokollwerte in der Varianzgleichung und auch sind keine Beschränkungen der Parameter a_1 und b_1 mehr vorhanden.**
Beispiele	Durch **RiskEGARCH11(50; 10; 0,1; 0,2; 0,25; 0,35; 49; 2)** wird ein EGARCH11-Prozess generiert, und zwar mit dem Mittelwert 50, dem Volatilitätsparameter 10, dem theta-Parameter 0,1, dem gamma-Parameter 0,2, dem Fehlerkoeffizienten 0,25, dem auto-regressiven Koeffizienten 0,35, dem Wert 49 bei Zeit 0 und einer anfänglichen Standardabweichung von 2. Mittels **RiskEGARCH11(C10; C11; C12; C13; C14; C15; C16; 17)** wird ein EGARCH11-Prozess mit Parametern aus den Zellen C10 bis C17 generiert.
Technische Einzelheiten	Definieren Sie N_t N_t = Werteprobe aus der Normal(0;1)-Verteilung und anschließend $Y_t = \mu + \sigma_t N_t$ wobei σ_t wie folgt modelliert ist: $\ln(\sigma_t^2) = \omega + b_1 g(N_{t-1}) + a_1 \ln(\sigma_{t-1}^2)$ mit $g(N_t) = \theta N_t + \gamma\left(\lvert N_t\rvert - E(\lvert N_t\rvert)\right)$ Bitte beachten: $E(\lvert N_t\rvert) = \sqrt{2/\pi}$.

RiskAPARCH11

Beschreibung	Durch **RiskAPARCH11** $(\mu, \omega, \delta, \gamma, b_1, a_1, Y_0, \sigma_0)$ wird ein asymmetrischer, leistungsstarker GARCH-Prozess mit dem Mittelwert μ, dem Volatilitätsparameter ω, den Parametern δ und γ, dem Fehlerkoeffizienten b_1, dem auto-regressiven Parameter a_1, dem Wert Y_0 bei Zeit 0 und der anfänglichen Standardabweichung σ_0 generiert. In diesem grundlegenden GARCH-Modell spielt der Parameter δ die Rolle einer Box-Cox-Umformung für die bedingte Varianz und der Parameter γ sorgt für die so genannte „Hebelwirkung". Dieser Prozess hat sich wegen seiner Allgemeingültigkeit bei der Anpassung von finanziellen Daten als sehr erfolgversprechend erwiesen und bezieht als besondere Fälle sowohl ARCH1 als auch GARCH11 mit ein.
Beispiele	Durch **RiskAPARCH11(50; 10; 0,75; 0,2; 0,25; 0,35; 49; 2)** wird ein APARCH11-Prozess generiert, und zwar mit dem Mittelwert 50, dem Volatilitätsparameter 10, dem Leistungsfaktor 0,75, dem Leverage-Parameter 0,2, dem Fehlerkoeffizienten 0,25, dem auto-regressiven Koeffizienten 0,35, dem Anfangswert 49 und einer anfänglichen Standardabweichung von 2. Mittels **RiskAPARCH11(C10; C11; C12; C13; C14; C15; C16; 17)** wird ein APARCH11-Prozess mit Parametern aus den Zellen C10 bis C17 generiert.
Richtlinien	$a_1 \geq 0, b_1 \geq 0$, dabei muss a_1 oder b_1 positiv und $\omega > 0$, $-1 < \gamma < 1$ sein.
Technische Einzelheiten	Definieren Sie N_t $\mathbf{N_t}$ = Werteprobe aus der Normal(0;1)-Verteilung und anschließend $Y_t = \mu + \sigma_t N_t$ wobei σ_t wie folgt modelliert ist: $\sigma_t^{\delta} = \omega + b_1\left[\lvert Y_{t-1} - \mu\rvert - \gamma(Y_{t-1} - \mu)\right]^{\delta} + a_1\sigma_{t-1}^{\delta}$

RiskTSTransform

Beschreibung	Durch **RiskTSTransform***(Umformungsfunktionstyp***,** *Umformungs-Shift)* wird festgelegt, dass durch die betreffende Zeitserienfunktion die angegebene Umformung auf das Prozessergebnis angewendet wird. Beim *Umformungsfunktionstyp* handelt es sich um den anzuwendenden Typ der Umformung und bei *Umformungs-Shift* um die anzuwendende Datenverschiebung.
Beispiele	Durch **RiskGBM(0,2; 0,05; RiskTSTransform(1; 5))** werden die Prozessergebnisse potenziert und wird der Wert 5 für jedes Element im Zeitserienprozess subtrahiert.
Richtlinien	Den angepassten Zeitserienfunktionen wird automatisch die RiskTSTransform-Eigenschaftsfunktion hinzugefügt, sofern die ursprünglichen Daten mittels logarithmischer oder Quadratwurzel-Umformung umgeändert wurden. *Der Umformungsfunktionstyp* wird als ein Wert zwischen 0 und 2 angegeben, wobei 0 = Keine, 1 = Potenzierung und 2 = Quadrat ist. *Umformungs-Shift* wird nach Anwendung der Umformungsfunktion vom Prozessergebnis subtrahiert.

RiskTSIntegrate

Beschreibung	Durch **RiskTSIntegrate***(Integrationsordnung; C1; C2)* wird festgelegt, dass durch die betreffende Zeitserienfunktion die angegebene Integration auf das Prozessergebnis angewendet wird. Bei *Integrationsordnung* handelt es sich um die Anordnung der Integration – oder die Anzahl der anzuwendenden Integrationen. *C1* ist die zuerst startende und *C2* die danach startende Konstante.
Beispiele	Durch **RiskGBM(0,2; 0,05; RiskTSIntegrate(2;10;15))** wird eine Integration zweiter Ordnung auf den Zeitserienprozess angewendet, und zwar unter Verwendung von 10 als erste Konstante und 15 als zweite Konstante.
Richtlinien	Den angepassten Zeitserienfunktionen wird automatisch die RiskTSIntegrate-Eigenschaftsfunktion hinzugefügt, sofern die Ursprungsdaten mittels Trendentfernung umgeformt wurden. Die *Integrationsordnung* wird als ein Wert zwischen 0 und 2 angegeben, wobei 0 = keine Ordnung, 1 = erste Ordnung und 2 = zweite Ordnung ist. Der Parameter *C1* ist die erste und *C2* die zweite hinzuzufügende Konstante.

RiskTSSeasonality

Beschreibung	Durch **RiskTSSeasonality***(Saisonabhängigkeitstyp; saisonbedingte Periode; {saisonbedingte Variablen}; Startindex)* wird festgelegt, dass durch die betreffende Zeitserienfunktion die angegebene Saisonabhängigkeit auf das Prozessergebnis angewendet wird. Durch den *Saisonabhängigkeitstyp* wird die Saisonabhängigkeitsmethode angegeben; s*aisonbedingte Periode* ist die Länge dieser Periode; *{saisonbedingte Variablen}* bezieht sich auf die Saisonabhängigkeits-Definitionszeichenkette und *Startindex* ist der Index innerhalb der saisonbedingten Periode, durch die die Saisonabhängigkeit beginnt.
Beispiele	Durch **RiskGBM(0,2; 0,05; RiskTSSeasonality(3;4;{0,1; 0,3; 0,5; 0,2}; 1))** wird auf den Zeitserienprozess zusätzliche Saisonabhängigkeit angewendet, und zwar durch 4 Perioden, beginnend mit Periode 1.
Richtlinien	Den angepassten Zeitserienfunktionen wird automatisch die RiskTSSeasonality-Eigenschaftsfunktion hinzugefügt, sofern die Ursprungsdaten mittels Saisonabhängigkeitsentfernung umgeformt wurden. Der *Saisonabhängigkeitstyp* wird als ein Wert zwischen 0 und 3 angegeben, wobei 0 = keine, 1 = saisonbedingte Differenzierung erster Ordnung, 2 = saisonbedingte Differenzierung zweiter Ordnung und 3 = zusätzliche Saisonabhängigkeit ist. *Saisonbedingte Periode* bezieht sich auf den entsprechenden Datenperiodenwert. 4 ist beispielsweise für vierteljährliche, 24 für stündliche oder 12 für monatliche Daten. *{Saisonbedingte Variablen}* bezieht sich auf die Definition der Saisonabhängigkeit. Bei saisonbedingter Integration werden hierdurch die Integrationskonstanten und bei zusätzlicher Saisonabhängigkeit die zusätzlichen Variablen angegeben. *Startindex* ist der Startindex in der saisonbedingten Periode in Bezug auf die zusätzliche Saisonabhängigkeit. Die Zeitserie für einen Prozess mit monatlichen saisonbedingten Daten würde beispielsweise einen *Startindex* von 5 haben, falls der Prozess im Mai und nicht im Januar begann.

RiskTSSync

Beschreibung	Durch **RiskTSSync***(Synchronisierungstyp, Datenzellenbereich)* wird festgelegt, dass eine Zeitserienfunktion dem entsprechenden Datenzellenbereich gemäß synchronisiert wird und dass dem Prozess entsprechende Startwerte zur Verfügung gestellt werden. Durch den *Synchronisierungstyp* wird angegeben, ob dem ersten oder letzten Wert des betreffenden Datenzellenbereichs gemäß synchronisiert werden soll.
Beispiele	Durch **RiskAR1(0,2; 0,05; 0,25; 0,1; RiskTSSync(2; B1:B72))** wird die Zeitserienfunktion dem letzten Datenwert gemäß synchronisiert, der in den Zellen B1 bis B72 gefunden wurde.
Richtlinien	Den angepassten Zeitserienfunktionen wird automatisch die RiskTSSync-Eigenschaftsfunktion hinzugefügt. Bei den meisten Zeitserienfunktionen sind Parameter für den Prozessstart vorhanden. Zu diesen Parametern gehören z. B. *Y0, Y-1,e0, e-1* und *Sigma0*. Diese Parameter liefern den Anfangsstatus für Autoregression und Mittelwertbildung. Startwerte sind auch erforderlich bei Verwendung von Tendieren in Bezug auf Umwandlungen oder bei Verwendung von saisonbedingter Integration. Es ist zu beachten, dass RiskTSSync nur die Startparameter synchronisiert, aber keine neue Anpassung vornimmt. Der *Synchronisierungstyp* wird in Form eines Wertes zwischen 0 und 2 angegeben, wobei 0 = keine, 1 = erster Wert des Datensatzes und 2 = letzter Wert des Datensatzes bedeutet. Der *Datenzellenbereich* ist der Bereich der Daten, der dem Zeitserienprozess gemäß synchronisiert werden soll. Bei der Anpassung ist dies der ursprüngliche Datenanpassungsbereich.

Referenz: Six Sigma-Funktionen

Durch Six Sigma-Funktionen wird die gewünschte Six Sigma-Statistik über Simulationsergebnisse für eine bestimmte Zelle oder eine Simulationsausgabe zurückgegeben. Diese Funktionen werden während der Simulation in Echtzeit aktualisiert. Wenn sich die Statistikfunktionen allerdings in Vorlageblättern befinden, die zur Erstellung von benutzerdefinierten Simulationsergebnis-Berichten verwendet werden, können diese Funktionen nur nach Beendigung einer Simulation aktualisiert werden.

Bei Eingabe eines Zellverweises als erstes Argument, braucht es sich bei der Zelle nicht unbedingt um eine durch die Funktion *RiskOutput* identifizierte Simulationsausgabe zu handeln.

Wenn anstelle eines Zellverweises ein Name eingegeben wird, sucht @RISK zuerst nach einer Ausgabe, die den eingegebenen Namen enthält, und sieht dann in den Eigenschaftsfunktionseinstellungen für *RiskSixSigma* nach. Der Benutzer muss daher sicherstellen, dass den Ausgaben, auf die in Statistikfunktionen Bezug genommen wird, auch eindeutige Namen gegeben werden.

Bei Ausführung von mehreren Simulationen wird durch das eingegebene Argument *Sim.Nr.* die Simulation ausgewählt, für die dann die gewünschte Statistik zurückgegeben wird. Dieses Argument ist optional und kann ausgelassen werden, wenn jeweils nur eine einzige Simulation ausgeführt wird.

Für alle Six Sigma-Statistiken kann eine optionale RiskSixSigma-Eigenschaftsfunktion direkt in die Funktion eingegeben werden. Dadurch werden dann die in der Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma* angegebenen Six Sigma-Einstellungen außer Kraft gesetzt. Das ist die Eigenschaftsfunktion, die in die Simulationsausgabe eingegeben wurde und auf die in der Statistikfunktion Bezug genommen wird. Auf diese Weise können die Six Sigma-Statistiken mit verschiedenen Werten für LSL, USL, Ziel, Langfristverschiebung und Anzahl der Standardabweichungen für dieselbe Ausgabe berechnet werden.

Wenn eine optionale *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion direkt in eine Six Sigma-Statistikfunktion eingegeben wird, werden je nach ausgeführter Berechnung unterschiedliche Argumente aus der Eigenschaftsfunktion verwendet.

Weitere Informationen über die Verwendung von @RISK zusammen mit Six Sigma sind im separaten Handbuch **Verwendung von @RISK zusammen mit Six Sigma** zu finden, das zusammen mit Ihrer Kopie von @RISK installiert wurde.

RiskCp

Beschreibung	***RiskCp****(Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) berechnet die Prozesswahrscheinlichkeit für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*. Optional kann auch die *LSL* und *USL* in der einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma* verwendet werden. Durch diese Funktion wird die Qualitätsebene der angegebenen Ausgabe berechnet und was dadurch möglicherweise erreicht werden kann.
Beispiele	***RiskCP(A10)*** gibt die Prozesswahrscheinlichkeit für die Ausgabezelle A10 zurück. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. ***RiskCP(A10;;RiskSixSigma(100;120;110;1,5;6))*** gibt die Prozesswahrscheinlichkeit für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung einer LSL von 100 und einer USL von 120.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskCpm

Beschreibung	**RiskCpm**(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) gibt den Taguchi-Wahrscheinlichkeitsindex für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*. zurück. Optional kann auch die *LSL, USL* und das *Ziel* in der Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma* verwendet werden. Diese Funktion ist praktisch die gleiche wie *Cpk*, schließt aber den Zielwert mit ein, der in einigen Fällen vielleicht innerhalb der Spezifikationsgrenze liegt.
Beispiele	***RiskCpm(A10)*** gibt den Taguchi-Wahrscheinlichkeitsindex für Zelle A10 zurück. ***RiskCpm(A10;;RiskSixSigma(100; 120; 110; 0; 6))*** gibt den Taguchi-Wahrscheinlichkeitsindex für Zelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung einer USL von 120, einer LSL von 100 und einem Zielwert von 110.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskCpk

Beschreibung	***RiskCpk****(Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) berechnet den Prozesswahrscheinlichkeitsindex für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*. Optional kann auch die LSL und USL in der einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma* verwendet werden. Diese Funktion ist so ähnlich wie *Cp*, berücksichtigt aber eine *Cp*-Anpassung, um die Auswirkung einer exzentrischen Verteilung mit einzubeziehen. Als Formel ist Cpk = (USL-Mittelwert) / (3 x Sigma) oder (LSL-Mittelwert) / (3 x Sigma), je nachdem, welcher Wert kleiner ist.
Beispiele	***RiskCpk(A10)*** gibt den Prozesswahrscheinlichkeitsindex für die Ausgabezelle A10 zurück. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. ***RiskCpk(A10;;RiskSixSigma(100;120;110;1,5;6))*** gibt den Prozesswahrscheinlichkeitsindex für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung einer LSL von 100 und einer USL von 120.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskCpkLower

Beschreibung	***RiskCpkLower****(Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) berechnet den einseitigen Wahrscheinlichkeitsindex für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*., und zwar auf Basis der unteren Spezifikationsgrenze. Optional kann auch die *LSL* in der Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma* verwendet werden.
Beispiele	***RiskCpkLower(A10)*** gibt den einseitigen Wahrscheinlichkeitsindex für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar auf Basis der unteren Spezifikationsgrenze. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. ***RiskCpkLower(A10;;RiskSixSigma(100;120;110;1,5;6))*** gibt den einseitigen Wahrscheinlichkeitsindex für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung einer LSL von 100.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskCpkUpper

Beschreibung	***RiskCpkUpper***(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) berechnet den einseitigen Wahrscheinlichkeitsindex für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*., und zwar auf Basis der oberen Spezifikationsgrenze und optionaler Verwendung der USL in der einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
Beispiele	***RiskCpkUpper(A10)*** gibt den einseitigen Wahrscheinlichkeitsindex für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar auf Basis der oberen Spezifikationsgrenze. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. ***RiskCpkUpper(A10;;RiskSixSigma(100;120;110;1,5;6))*** gibt den einseitigen Prozesswahrscheinlichkeitsindex für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung einer LSL von 100.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskDPM

Beschreibung	***RiskDPM***(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) berechnet die Defektteile pro Million für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*. unter optionaler Verwendung der LSL und USL in der einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
Beispiele	***RiskDPM(A10)*** gibt die Defektteile pro Million für die Ausgabezelle A10 zurück. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. ***RiskDPM(A10;;RiskSixSigma(100;120;110;1,5;6))*** gibt die Defektteile pro Million für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung einer LSL von 100 und einer USL von 120.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskK

Beschreibung	***RiskK***(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) berechnet ein Maß der Prozessmitte für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*. unter optionaler Verwendung der LSL und USL in der einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
Beispiele	***RiskK(A10)*** gibt ein Maß der Prozessmitte für die Ausgabezelle A10 zurück. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. ***RiskK(A10;;RiskSixSigma(100;120;110;1,5;6))*** gibt ein Maß der Prozessmitte für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung einer LSL von 100 und einer USL von 120.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskLowerXBound

Beschreibung	***RiskLowerXBound***(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) gibt den unteren x-Wert für eine angegebene Anzahl von standardmäßigen Mittelwertabweichungen für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*. zurück, und zwar unter optionaler Verwendung der Anzahl von Standardabweichungen in der Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
Beispiele	***RiskLowerXBound****(A10)* gibt den unteren x-Wert für eine angegebene Anzahl von standardmäßigen Mittelwertabweichungen für Zelle A10 zurück. ***RiskLowerXBound(A10;;RiskSixSigma(100;120;110;1,5;6))*** gibt den unteren x-Wert für -6 standardmäßige Mittelwertabweichungen für Zelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung von 6 Standardabweichungen.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskPNC

Beschreibung	***RiskPNC(****Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL;USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen))* berechnet die Gesamtdefektwahrscheinlichkeit außerhalb der unteren und oberen Spezifikationsgrenze für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*., und zwar unter optionaler Verwendung der LSL, USL und Langfristverschiebung in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
Beispiele	***RiskPNC(A10)*** gibt die Defektwahrscheinlichkeit außerhalb der unteren und oberen Spezifikationsgrenze für die Ausgabezelle A10 zurück. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. ***RiskPNC(A10;;RiskSixSigma(100;120;110;1,5;6))*** gibt die Defektwahrscheinlichkeit außerhalb der unteren und oberen Spezifikationsgrenze für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung einer LSL von 100, einer USL von 120 und einer Langfristverschiebung von 1,5.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskPNCLower

Beschreibung	***RiskPNCLower***(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) berechnet die Defektwahrscheinlichkeit außerhalb der unteren Spezifikationsgrenze für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*., und zwar unter Verwendung der LSL, USL und Langfristverschiebung in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
Beispiele	***RiskPNCLower(A10)*** gibt die Defektwahrscheinlichkeit außerhalb der unteren Spezifikationsgrenze für die Ausgabezelle A10 zurück. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. ***RiskPNCLower(A10;;RiskSixSigma(100;120;110;1,5;6))*** gibt die Defektwahrscheinlichkeit außerhalb der unteren Spezifikationsgrenze für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung einer LSL von 100, einer USL von 120 und einer Langfristverschiebung von 1,5.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskPNCUpper

Beschreibung	***RiskPNCUpper***(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) berechnet die Defektwahrscheinlichkeit außerhalb der oberen Spezifikationsgrenze für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*., und zwar unter optionaler Verwendung der LSL, USL und Langfristverschiebung in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
Beispiele	***RiskPNCUpper(A10)*** gibt die Defektwahrscheinlichkeit außerhalb der oberen Spezifikationsgrenze für die Ausgabezelle A10 zurück. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. ***RiskPNCUpper(A10;;RiskSixSigma(100;120;110;1,5;6))*** gibt die Defektwahrscheinlichkeit außerhalb der oberen Spezifikationsgrenze für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung einer LSL von 100, einer USL von 120 und einer Langfristverschiebung von 1,5.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskPPMLower

Beschreibung	***RiskPPMLower***(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) berechnet die Anzahl der Defekte unterhalb der unteren Spezifikationsgrenze für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*., und zwar unter optionaler Verwendung der LSL, USL und Langfristverschiebung in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
Beispiele	***RiskPPMLower(A10)*** gibt die Anzahl der Defekte unterhalb der unteren Spezifikationsgrenze für die Ausgabezelle A10 zurück. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. ***RiskPPMLower(A10;;RiskSixSigma(100;120;110;1,5;6))*** gibt die Anzahl der Defekte unterhalb der unteren Spezifikationsgrenze für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung einer LSL von 100 und einer Langfristverschiebung von 1,5.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskPPMUpper

Beschreibung	***RiskPPMUpper***(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) berechnet die Anzahl der Defekte oberhalb der oberen Spezifikationsgrenze für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*., und zwar unter optionaler Verwendung der USL und Langfristverschiebung in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
Beispiele	***RiskPPMUpper(A10)*** gibt die Anzahl der Defekte oberhalb der oberen Spezifikationsgrenze für die Ausgabezelle A10 zurück. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. ***RiskPPMUpper(A10;;RiskSixSigma(120;120;110;1,5;6))*** gibt die Anzahl der Defekte oberhalb der oberen Spezifikationsgrenze für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung einer USL von 120 und einer Langfristverschiebung von 1,5.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskSigmaLevel

Beschreibung	***RiskSigmaLevel***(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) berechnet die Sigma-Prozessebene für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*., und zwar unter optionaler Verwendung der LSL, USL und Langfristverschiebung in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma.* (Hinweis: In dieser Funktion wird davon ausgegangen, dass die Ausgabe normal verteilt ist und sich in der Mitte der Spezifikationsgrenzen befindet.)
Beispiele	***RiskSigmaLevel(A10)*** gibt die Sigma-Prozessebene für die Ausgabezelle A10 zurück. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. ***RiskSigmaLevel(A10;;RiskSixSigma(120;100;110;1,5;6))*** gibt die Sigma-Prozessebene für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung einer USL von 120, einer LSL von 100 und einer Langfristverschiebung von 1,5.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskUpperXBound

Beschreibung	***RiskUpperXBound***(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) gibt den oberen x-Wert für eine angegebene Anzahl von standardmäßigen Mittelwertabweichungen für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*. zurück, und zwar unter optionaler Verwendung der Anzahl von Standardabweichungen in der Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
Beispiele	***RiskUpperXBound****(A10)* gibt den oberen x-Wert für eine angegebene Anzahl von standardmäßigen Mittelwertabweichungen für Zelle A10 zurück. ***RiskUpperXBound(A10;; RiskSixSigma(100; 120; 110; 1,5; 6))*** gibt den oberen x-Wert für -6 standardmäßige Mittelwertabweichungen für Zelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung von 6 Standardabweichungen.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskYV

Beschreibung	***RiskYV***(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) berechnet den nicht beschädigten Ertrag oder Prozentsatz des Prozesses für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*., und zwar unter optionaler Verwendung der LSL, USL und Langfristverschiebung in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
Beispiele	***RiskYV(A10)*** gibt den nicht beschädigten Ertrag oder Prozentsatz des Prozesses für die Ausgabezelle A10 zurück. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. ***RiskYV(A10;;RiskSixSigma(100;120;110;1,5;6))*** gibt den nicht beschädigten Ertrag oder Prozentsatz des Prozesses für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung einer LSL von 100, einer USL von 120 und einer Langfristverschiebung von 1,5.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskZlower

Beschreibung	***RiskZlower***(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) berechnet für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*., wie viele Standardabweichungen die untere Spezifikationsgrenze vom Mittelwert entfernt ist, und zwar unter optionaler Verwendung der LSL in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
Beispiele	***RiskZlower(A10)*** gibt für Ausgabezelle A10 zurück, wie viele Standardabweichungen die untere Spezifikationsgrenze vom Mittelwert entfernt ist. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. **RiskZlower(A10;;RiskSixSigma(100;120;110;1,5;6))** gibt unter Verwendung einer LSL von 100 für Ausgabezelle A10 zurück, wie viele Standardabweichungen die untere Spezifikationsgrenze vom Mittelwert entfernt ist.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskZMin

Beschreibung	***RiskZMin(****Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL;USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen))* berechnet das Minimum für unteres und oberes Z für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*., und zwar unter optionaler Verwendung der USL und LSL in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
Beispiele	***RiskZMin(A10)*** gibt das Minimum für unteres und oberes Z für Ausgabezelle A10 zurück. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. ***RiskZMin(A10;;RiskSixSigma(100;120;110;1,5;6))*** gibt das Minimum für unteres und oberes Z für die Ausgabezelle A10 zurück, und zwar unter Verwendung einer USL von 120 und einer LSL von 100.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

RiskZUpper

Beschreibung	***RiskZUpper***(*Zellverw.* oder *Ausgabename; Sim.Nr.; RiskSixSigma(LSL; USL; Ziel; Langfristverschiebung; Anzahl der Standardabweichungen*)) berechnet für *Zellverw*. oder *Ausgabename* in *Sim.Nr*., wie viele Standardabweichungen die obere Spezifikationsgrenze vom Mittelwert entfernt ist, und zwar unter optionaler Verwendung der USL in der mit einbezogenen Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*.
Beispiele	***RiskZUpper(A10)*** gibt für Ausgabezelle A10 zurück, wie viele Standardabweichungen die obere Spezifikationsgrenze vom Mittelwert entfernt ist. In Zelle A10 muss in die Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben werden. ***RiskZUpper(A10;;RiskSixSigma(120;120;110;1,5;6))*** gibt unter Verwendung einer USL von 120 für Ausgabezelle A10 zurück, wie viele Standardabweichungen die obere Spezifikationsgrenze vom Mittelwert entfernt ist.
Richtlinien	Für *Zellverw.* oder *Ausgabename* muss eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion eingegeben oder mit einbezogen werden.

Referenz: Zusatzfunktionen

Folgende Funktionen geben Informationen über den Status einer Simulation, die gerade ausgeführt wird, oder über die in einer Simulation verwendeten Korrelationen zurück.

RiskCorrectCorrmat

Beschreibung	***RiskCorrectCorrmat(****KorrelMatrixBereich;AnpassFaktMatrixBereich****)*** gibt die korrigierte Korrelations-Matrix für die Matrix zurück, die sich im *KorrelMatrixBereich* befindet. Zu diesem Zweck wird die Anpassungsfaktoren-Matrix verwendet, die sich im *AnpassFaktMatrixBereich* befindet. Eine ungültige Matrix kennzeichnet inkonsistente gleichzeitige Abhängigkeiten unter drei oder mehr Eingaben und muss daher vor dem Simulieren korrigiert werden. Die zurückgegebene Matrix ist eine gültige Korrelations-Matrix, d. h. alle diagonalen Einträge haben den Wert 1. Die nicht diagonalen Einträge liegen dagegen im Bereich von -1 bis 1 und die Matrix ist positiv-definitiv (d. h. der kleinste Eigenwert ist > 0 und die Korrelationen sind konsistent). Falls *AnpassFaktMatrixBereich* angegeben wurde, sind die Korrelationen optimiert worden und entsprechen somit möglichst genau den ursprünglich angegebenen Korrelationen, und zwar unter Berücksichtigung der Anpassungsfaktoren.
Beispiele	**RiskCorrectCorrmat(A1:C3;E1:G3)** gibt die korrigierte Korrelations-Matrix im Bereich A1:C3 und die Anpassungsfaktoren-Matrix im Bereich E1:G3 zurück.
Richtlinien	*AnpassFaktMatrixBereich* ist ein optionales Argument. Dies ist eine Array-Formel, durch die ein Array zusammen mit der korrigierten Korrelations-Matrix zurückgegeben wird. Die Formel wird wie folgt eingegeben: 1) Markieren Sie einen Bereich mit der gleichen Anzahl an Zeilen und Spalten wie in der ursprünglichen Korrelations-Matrix. 2) Geben Sie die Funktion =*RiskCorrectCorrmat(KorrelMatrixBereich; AnpassFaktMatrixBereich)* ein. 3) Drücken Sie **gleichzeitig** auf **<Strg><Umschalt><Eingabe>**, um die Formel als Array-Formel einzugeben.

RiskCurrentIter

Beschreibung	***RiskCurrentIter***() gibt die aktuelle Iterationsnummer einer laufenden Simulation zurück. Keine Argumente erforderlich.
Beispiele	Keine
Richtlinien	Keine

RiskCurrentSim

Beschreibung	***RiskCurrentSim***() gibt die aktuelle Simulationsnummer zurück. Keine Argumente erforderlich.
Beispiele	Keine
Richtlinien	Keine

RiskSimulationInfo

Beschreibung	Durch ***RiskSimulationInfo****(Rückgabeinfo)* werden Informationen, wie z. B. Datum/Uhrzeit, Iterationen oder Simulationen, über eine ausgeführte Simulation zurückgegeben.
Beispiele	Mittels *RiskSimulationInfo(1)* werden Datum und Uhrzeit darüber zurückgegeben, wann die Simulation, deren Ergebnisse in @RISK aktiv sind, ausgeführt wurde.
Richtlinien	Bei den *zurückzugebenden Informationen* kann es sich um 1 = Datum/Uhrzeit, 2 = Ausführzeit, 3 = Anzahl der ausgeführten Simulationen und 4 = Anzahl der ausgeführten Iterationen handeln. Informationen über Datum/Uhrzeit werden nur als Datum angezeigt, wenn die Zelle, in der sich die Funktion *RiskSimulationInfo* befindet, als Datum formatiert ist.

RiskStopRun

Beschreibung	***RiskStopRun***(*Zellverweis* oder *Formel*) stoppt die Simulation, sobald für *Zellverweis* der Wert TRUE zurückgegeben wird oder die eingegebene Formel dem Wert TRUE entspricht. Diese Funktion sollte zusammen mit der Funktion ***RiskConvergenceLevel*** verwendet werden, um eine Simulation anzuhalten, sobald die Simulationsergebnisse für *Zellverweis* konvergent sind.
Beispiele	***RiskStopRun(A1)*** beendet die Simulation, sobald *A1* dem Wert TRUE entspricht.
Richtlinien	Keine

Referenz: Diagrammfunktion

Über die @RISK-Funktion *RiskResultsGraph* kann automatisch ein Diagramm der Simulationsergebnisse an beliebiger Stelle in die Kalkulationstabelle eingeblendet werden. Durch =*RiskResultsGraph (A10)* würde beispielsweise zu Ende der Simulation direkt in der Kalkulationstabelle ein Diagramm der simulierten Verteilung für A10 an der Funktionsposition platziert werden. Mit Hilfe von zusätzlichen optionalen *RiskResultsGraph*-Argumenten können Sie außerdem den Typ des zu erstellenden Diagramms sowie auch das entsprechende Format, die Skalierung und andere Optionen auswählen.

Diese Funktion kann auch über die @RISK-Makrosprache aufgerufen werden, so dass Sie dann in Excel in benutzerdefinierten @RISK-Anwendungen Diagramme erstellen können.

RiskResultsGraph

Beschreibung	Durch ***RiskResultsGraph***(*Zellverw.* oder *Ausgabe-/Eingabename; locationCellRange;graphType;xlFormat;leftDelimiter;rightDelimiter; xMin; xMax;xScale;Titel;Sim.Nr.)* wird dem Arbeitsblatt ein Diagramm der Simulationsergebnisse hinzugefügt. Die so erstellten Diagramme gleichen denen im Ergebnisübersichtsfenster von @RISK. Viele der bei dieser Funktion verwendeten Argumente sind optional. Wenn diese optionalen Argumente nicht verwendet werden, verwendet *RiskResultsGraph* beim Erstellen des Diagramms für jedes ausgelassene Argument die im @RISK-Ergebnisübersichtsfenster festgelegte aktuelle Standardeinstellung.
Beispiele	***RiskResultsGraph(A10)*** erstellt an der Position der Funktion ein Diagramm der Simulationsergebnisse für Zelle A10, und zwar im Excel-Format und unter Verwendung des Standarddiagrammtyps (Histogramm, kumulativ auf- oder absteigend). ***RiskResultsGraph(A10;C10:M30;1;WAHR;1;99)*** erstellt ein Histogramm der Simulationsergebnisse für Zelle A10 im Bereich C10:M30 und im Excel-Format. Dabei werden die linke und rechte Begrenzung auf einen Wert von 1% bzw.99% eingestellt.
Richtlinien	Bei *Zellverw*. kann es sich um jeden beliebigen Excel-Zellenverweis handeln, der ein oder mehr Zellen enthält. Die Funktion *RiskResultsGraph* muss entweder einen *Zellverw.* oder einen Ausgabe-/Eingabenamen als Argument enthalten. Falls ein *Zellverw.* eingegeben wird, hängen die darzustellenden Ergebnisse von Folgendem ab: Wenn der *Zellverw.* eine ***RiskOutput***-Funktion enthält, werden die Simulationsergebnisse für diese Ausgabe dargestellt. Wenn der *Zellverw.* dagegen keine ***RiskOutput***-, sondern eine Verteilungsfunktion enthält, werden durch *RiskResultsGraph* die erfassten Werteproben für diese Eingabe grafisch dargestellt. Wenn der *Zellverw.* weder ***RiskOutput***- noch Verteilungsfunktion enthält, wird durch *RiskResultsGraph* automatisch eine *RiskOutput*-Funktion hinzugefügt und diese Ausgabe dann grafisch dargestellt. Falls *Zellverw*. mehrere Zellen enthält, wird in *Zellverw*. für jede Zelle ein überlagertes Simulationsergebnis-Diagramm erstellt. Jede Überlagerung ist vom gleichen *Diagrammtyp*. Als *locationCellRange* kann jeder beliebige gültige Excel-Zellbereich verwendet werden. Das Diagramm wird dann in dem angegebenen Zellbereich erstellt und auch der Größe nach diesem Bereich angepasst.

	Für *Diagrammtyp* (optional) kann eine der folgenden Konstanten verwendet werden: 0 = Histogramm 1 = kumulativ aufsteigendes Diagramm 2 = kumulativ absteigendes Diagramm 3 = Tornado-Diagramm der Regressionsempfindlichkeits-Ergebnisse 4 = Tornado-Diagramm der Korrelationsempfindlichkeits-Ergebnisse 5 = Übersichtsdiagramm über Ausgabebereich einschließlich Zellverweis oder über die Ergebnisse für die einzelnen Zellen im Zellverweis (wenn es sich beim Zellverweis um einen Bereich aus mehreren Zellen handelt) 6 = Box-Plot über Ausgabebereich einschließlich Zellverweis oder über die Ergebnisse für die einzelnen Zellen im Zellverweis (wenn es sich beim Zellverweis um einen Bereich aus mehreren Zellen handelt) 7 = Diagramm einer theoretischen Verteilungsfunktion 8 = Histogramm einer simulierten Eingabe mit überlagerter theoretischer Verteilung 9 = Histogramm mit kumulativ aufsteigender Überlagerung 10 = Histogramm mit kumulativ absteigender Überlagerung 11 = Tornado-Diagramm der Wertzuordnungsempfindlichkeits-Ergebnisse 12 = Punktdiagramm der Ergebnisse jeder Zelle in cellRef (sofern es sich bei cellRef um einen aus mehreren Zellen bestehenden Bereich handelt) 13 = Histogramm unter Verwendung von relativer Häufigkeit 14 = Tornado-Diagramm über Änderung in der Ausgabestatistik 15 = Schaufelraddiagramm *xlFormat* (optional) legt fest, ob das Diagramm im Excel-Format erstellt werden soll. Für das Excel-Format muss hier WAHR eingegeben werden; anderenfalls kann FALSCH eingegeben oder dieses Feld leer gelassen werden. *LeftDelimiter* (optional) gibt im Diagramm die Position des linken Gleitbegrenzers in Prozent für alle Histogramme und Summendiagramme an. *LeftDelimiter* stellt einen Wert zwischen 0 und 100 dar. *RightDelimiter* (optional) gibt im Diagramm die Position des rechten Gleitbegrenzers in Prozent für alle Histogramme und Summendiagramme an. *RightDelimiter* stellt einen Wert zwischen 0 und 100 dar. *xMin* (optional) gibt den Minimalwert für die x-Achse in unskalierten Einheiten an. *xMax* (optional) gibt den Maximalwert für die x-Achse in unskalierten Einheiten an. *xScale* (optional) gibt den Skalierungsfaktor für die x-Achse an. *xScale* ist eine Ganzzahl hoch 10, aus der die Einheitseinteilung auf der x-Achse hervorgeht. Eine *xScale* von 3 würde beispielsweise bedeuten, dass die Werte in Tausenden angezeigt werden. *Titel* (optional) gibt den Titel an, der im Diagramm zu sehen sein soll. Es kann hier eine in Anführungszeichen gesetzte Zeichenfolge oder ein den Titel enthaltener Zellverweis eingegeben werden. *Sim.Nr.* (optional) gibt bei Ausführung von mehreren Simulationen an, für die wievielte Simulation die Ergebnisse grafisch dargestellt werden sollen.

Referenz: @RISK für Excel-Entwickler-Kit (XDK)

@RISK für Excel enthält eine leistungsstarke API, über die @RISK automatisiert werden kann und auch benutzerdefinierte Anwendungen in @RISK erstellt werden können, und zwar unter Verwendung von VBA, VB, C und anderen Programmiersprachen. Weitere Informationen über diese Pogrammierschnittstelle sind in der separaten Hilfedatei **@RISK für Excel-Entwickler-Kit** zu finden, die Sie zusammen mit Ihrer Kopie von @RISK erhalten haben.

Anhang A: Verteilungsanpassung

Überblick

@RISK ermöglicht Ihnen in der Professional- und der Industrial-Edition, die Wahrscheinlichkeitsverteilungen den Daten anzupassen. Eine Anpassung ist immer dann erforderlich, wenn Sie mit einem Satz von erfassten Daten arbeiten, der in der Kalkulationstabelle als Basis für eine Eingabeverteilung dienen sollen. Es könnte beispielsweise angehen, dass Verlaufsdaten über den Preis eines Produkts vorliegen und Sie diese als Basis für eine Verteilung der möglichen Zukunftspreise verwenden möchten.

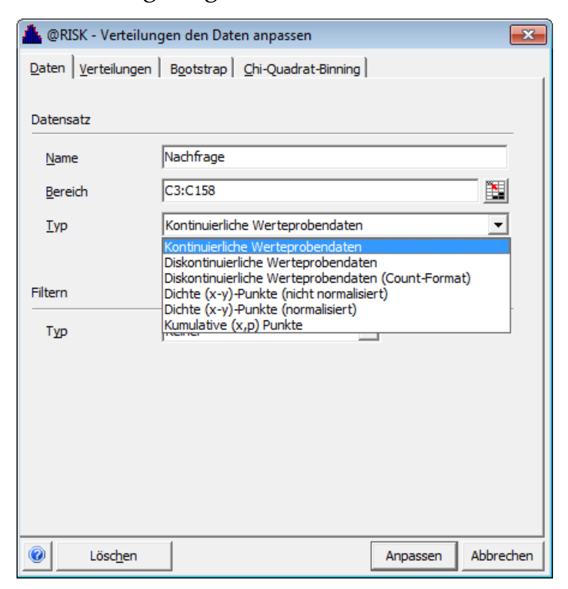
Zur Anpassung von Verteilungen an bereits vorhandene Daten mittels @RISK sind folgende 5 Schritte erforderlich:

- **Definition der Eingabedaten**
- **Angabe der anzupassenden Verteilungen**
- **Ausführung der Anpassung**
- **Auswertung der Ergebnisse**
- **Verwendung der Anpassungsergebnisse**

Alle diese Schritte werden nachstehend erörtert.

Definition der Eingabedaten

In @RISK können Sie drei Arten von Daten für die Verteilungsanpassung analysieren, nämlich Werteproben-, Dichte- und Summendaten. @RISK unterstützt bis zu 10.000.000 Datenpunkte für jeden dieser drei Datentypen. Die verfügbaren Datentypen können im Dialogfeld **Verteilungen den Daten anpassen** auf der Registerkarte **Daten** angezeigt werden.



Werteprobendaten

Bei Werteproben- oder Beobachtungsdaten handelt es sich um einen Satz von Zufallswerten aus einer sehr großen Population. Diesen Werteprobendaten werden dann Verteilungen zugewiesen, um so die Eigenschaften der Population zu schätzen.

Kontinuierliche im Vergleich zu diskontinuierlichen Werteproben

Werteprobendaten können entweder kontinuierlich oder auch diskontinuierlich sein. Kontinuierliche Werteprobendaten können in einem kontinuierlichen Bereich praktisch jeden Wert annehmen, während diskontinuierliche Daten auf Ganzzahlen beschränkt sind. Diskontinuierliche Daten können in zwei Formaten eingegeben werden. Beim „Standardformat" wird jeder Datenpunkt einzeln eingegeben. Beim „gezählten" Format müssen Sie dagegen die Daten paarweise eingeben, wobei dann der erste Wert die Werteprobe und der zweite Wert die Anzahl der Werteproben darstellt, die für diesen Wert erhoben wurden.

Datenanforderungen

Bei Datenanforderungen für Werteprobendaten ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Die Proben müssen aus mindestens 5 Datenwerten bestehen.
- Die Proben müssen bei diskontinuierlichen Datenwerten aus Integralwerten bestehen.
- Alle Werteproben sollten in den Bereich -1E+37 <= x <= +1E+37 fallen oder sonst aus Datumswerten bestehen.

Dichtedaten

Dichtedaten bestehen aus einem Satz von x-y-Punkten und beschreiben die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion einer kontinuierlichen Verteilung. Den Dichtedaten werden bestimmte Verteilungen zugewiesen, um die Kurvenpunkte möglichst genau darzustellen, und zwar mithilfe einer theoretischen Wahrscheinlichkeitsverteilung.

Normung von Dichtedaten

Da alle Wahrscheinlichkeitsverteilungs-Funktionen Flächeneinheit besitzen müssen, werden die y-Werte von @RISK automatisch so skaliert, dass die durch die Daten beschriebene Dichtekurve eine Fläche von 1 einnimmt. Bei den von Ihnen anzugebenden Punkten handelt es sich um singuläre Punkte in einem Kontinuum. Es wird deshalb die lineare Interpolation verwendet, um den Normungsfaktor für diese Punkte zu berechnen. In bestimmten Fällen, wie z. B. bei der Anpassung an Daten, die durch eine bereits normierte mathematische Funktion generiert wurden, sollte möglichst keine weitere Normierung durch @RISK vorgenommen werden. In diesen Fällen ist es am besten, diese Funktion auszuschalten.

Datenanforderungen

Bei Datenanforderungen für Dichtedaten:

- müssen mindestens drei x-y-Datenpaare vorhanden sein.
- müssen alle x-Werte im Bereich -1E+37 <= x <= +1E+37 liegen oder aus Datumswerten bestehen.
- sollten alle X-Werte eindeutig sein.
- müssen alle y-Werte im Bereich 0 <= y <= +1E+37 liegen.
- muss mindestens ein y-Wert ungleich Null sein.

Summendaten

Summendaten setzen sich aus einem Satz von x-p-Punkten zusammen und beschreiben eine kontinuierliche Summenverteilungsfunktion. Durch den mit einem gegebenen x-Wert verknüpften p-Wert wird die Wahrscheinlichkeit dargestellt, einen Wert von kleiner als oder gleich x zu erhalten. Den Summendaten werden bestimmte Verteilungen zugewiesen, um die Kurvenpunkte möglichst genau darzustellen, und zwar mithilfe einer theoretischen Wahrscheinlichkeitsverteilung.

Endpunkt-Interpolation

Um Statistiken berechnen und die Summendaten in Diagrammform anzeigen zu können, muss @RISK mitgeteilt werden, wo sich das Minimum und das Maximum für die Eingabe, d. h. die Punkte p=0 und p=1 befinden. Wenn Sie diese Punkte nicht ausdrücklich angeben, wird @RISK sie auf lineare Weise aus den Daten interpolieren. In der Regel wird empfohlen, die Punkte p=0 und p=1 möglichst in den Datensatz mit einzubeziehen.

Datenanforderungen

Bei Datenanforderungen für Summendaten:

- müssen mindestens drei X-P-Datenpaare vorhanden sein.
- müssen alle x-Werte im Bereich -1E+37 <= x <= +1E+37 liegen oder aus Datumswerten bestehen.
- müssen alle x-Werte eindeutig sein.
- müssen alle p-Werte im Bereich von 0 <= p <= 1 liegen.
- müssen beim Erhöhen der x-Werte stets auch die p-Werte entsprechend erhöht werden.

Datenfilterung

Die Eingabedaten können durch einen Eingabefilter noch weiter verfeinert werden. Durch das Filtern von Daten können Ausreißer auf Basis von angegebenen Kriterien ignoriert werden, ohne dass diese Ausreißer aus dem Datensatz entfernt werden müssen. Vielleicht möchten Sie z. B. nur x-Werte analysieren, die größer als 0 sind. Auch kann es sein, dass Werte herausgefiltert werden sollen, die mehr als zwei Standardabweichungen vom Mittelwert abweichen.

Auswahl der anzupassenden Verteilungen

Nach Definition des Datensatzes müssen Sie die Verteilungen angeben, die @RISK anpassen soll. Zu diesem Zweck müssen drei allgemeine Fragen beantwortet werden.

Kontinuierliche im Vergleich zu diskontinuierlichen Verteilungen

Bei Werteprobendaten sollten Sie als erstes feststellen, ob Sie es mit kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Daten zu tun haben. Diskontinuierliche Verteilungen geben stets Ganzzahlen zurück. Angenommen, Sie haben einen Datensatz, durch den die Anzahl der Ausfälle in einer Serie von 100 Versuchsstapeln beschrieben wird. Sie würden diesem Satz sicherlich nur diskontinuierliche Verteilungen zuweisen, da teilweise Ausfälle nicht zulässig sind. Kontinuierliche Daten können dagegen jeden beliebigen Wert in einem Bereich darstellen. Angenommen, Sie haben einen Datensatz, durch den die Größe von 300 Personen in Zoll angegeben wird. Es wäre zweckmäßig, diesen Daten kontinuierliche Verteilungen anzupassen, da Größen nicht auf ganzzahlige Werte begrenzt sind.

Wenn Sie die Daten als diskontinuierlich angeben, müssen alle Ihre Datenwerte aus Ganzzahlen bestehen. Wie bereits erwähnt, ist das bei kontinuierlichen Daten nicht der Fall. Das ausschließliche Vorhandensein von Ganzzahlen bedeutet jedoch nicht, dass für diese nur diskontinuierliche Verteilungen geeignet sind. Im vorstehenden Beispiel könnten die Größen der Personen z. B. auf den nächsten Zoll auf- oder abgerundet werden. Aber kontinuierliche Verteilungen wären in diesem Fall trotzdem besser.

In @RISK können keine diskontinuierlichen Verteilungen für Dichte- und Summenkurvendaten verwendet werden.

Auf der Registerkarte **Daten** des Dialogfelds **Verteilungen den Daten anpassen** können Sie angeben, ob Ihr Datensatz kontinuierlich oder diskontinuierlich ist.

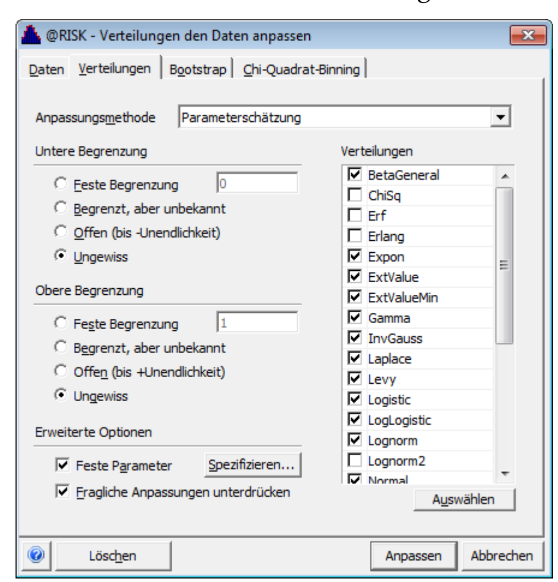
Geschätzte Parameter im Vergleich zu vordefinierten Verteilungen

In der Regel ist es am besten, @RISK die Parameter der Verteilungen schätzen zu lassen. In einigen Fällen könnte es jedoch angebracht sein, genau anzugeben, welche Verteilungen zu verwenden sind. Vielleicht soll @RISK z. B. zwei verschiedene Hypothesen vergleichen und Ihnen dann sagen, welche davon die vorhandenen Daten am besten beschreibt.

Vordefinierte Verteilungen können auf der Registerkarte **Verteilungen** des Dialogfelds **Verteilungen den Daten anpassen** eingestellt werden.

Domänenbegrenzungen

Bei kontinuierlichen Datensätzen (z. B. Werteproben- oder Kurvendaten) können Sie den oberen und unteren Grenzwert angeben, den @RISK bei den Verteilungen verwenden soll. Für diese Begrenzungen gibt es vier Möglichkeiten: „Feste Begrenzung“, „Begrenzt, aber unbekannt“, „Offen“ und „Ungewiss“.



Feste Begrenzung

Wenn Sie „Feste Begrenzung“ angeben, wird @RISK angewiesen, genau den von Ihnen angegebenen Wert als Verteilungsbegrenzung zu verwenden. Wenn Sie beispielsweise einen Datensatz haben, der angibt, in welchen Zeitabständen sich Kunden in eine Warteschlange stellen, sollten Sie am besten Verteilungen mit einem unteren Grenzwert von 0 verwenden, da es in diesem Fall keinen negativen Zeitabstand zwischen den Ereignissen geben kann.

Begrenzt, aber unbekannt

Wenn Sie dagegen „Begrenzt, aber unbekannt“ angeben, teilen Sie @RISK dadurch mit, dass die Verteilung begrenzt ist (d. h., dass sie nicht unendlich ins Positive oder Negative fortläuft). Im Gegensatz zu „Feste Begrenzung“ kennen Sie hier jedoch nicht den genauen Grenzwert. Mit anderen Worten, Sie überlassen es @RISK, bei der Anpassung den Wert für Sie auszuwählen.

Offen

Falls Sie „Offen“ angeben, sagen Sie @RISK damit, dass die untere Begrenzung der Verteilung unendlich ins Negative bzw. die obere Begrenzung unendlich ins Positive fortläuft.

Ungewiss

„Ungewiss“ ist die Standardoption. Hier handelt es sich um eine Kombination von unbekannter und offener Begrenzung. In diesem Fall werden nicht asymptotische Begrenzungen von Verteilungen als unbekannt, aber asymptotische Begrenzungen als offen behandelt.

Es ist dabei zu beachten, dass nicht sämtliche Verteilungsfunktionen unbedingt mit allen diesen Optionen kompatibel sind. Sie können beispielsweise für eine *Normal*-Verteilung keine feste oder unbekannte untere Begrenzung angeben, da diese Verteilung asymptotisch in die negative Unendlichkeit fortläuft.

Feste Parameter

Es ist möglich, bestimmte Verteilungsparameter auf feste Werte einzustellen, anstatt diese durch den Anpassungsalgorithmus bestimmen zu lassen. Angenommen, Sie möchten eine normale Verteilung für einen Datensatz vornehmen, aber es soll nur die Standardabweichung der Verteilung durch die Software bestimmt werden, während dem Mittelwert ein bestimmter fester Wert gegeben werden soll.

Es ist wichtig, zu beachten, dass es sich bei den festen Begrenzungen (siehe „Domänenbegrenzungen“ weiter oben) eigentlich auch um eine Art von festem Parameter handelt. In solchem Fall werden die festen Begrenzungen jedoch allgemein auf alle Verteilungstypen angewendet.

Fragliche Anpassungen unterdrücken

Die Option **Fragliche Anpassungen unterdrücken** weist darauf hin, dass mathematisch gültige Anpassungen, die aber keinen vernünftigen heuristischen Methoden entsprechen, als mögliche Anpassungen zurückzuweisen sind. Es ist beispielsweise oft möglich, normale Daten einer BetaGeneral-Verteilung gemäß anzupassen, die mit sehr großen $\alpha 1$- und $\alpha 2$-Parametern sowie künstlich breitem Minimum- und Maximum-Parameter versehen ist. Obwohl dieses vom mathematischen Standpunkt her gesehen eine sehr gute Anpassung ergeben kann, ist diese jedoch äußerst unpraktisch.

Ausführung der Anpassung

Klicken Sie im Dialogfeld **Verteilungen den Daten anpassen** auf die Schaltfläche **Anpassen**, um den Anpassungsvorgang zu beginnen.

@RISK versucht dann, für alle im vorherigen Schritt angegebenen Verteilungen die Parameter zu finden, die am besten der Verteilungsfunktion und dem Datensatz entsprechen. Sie sollten dabei im Auge behalten, dass @RISK keine absolute Ideallösung ergibt, sondern nur eine Verteilung identifiziert, die *höchstwahrscheinlich* den Daten entspricht. Sie müssen daher stets die @RISK-Ergebnisse quantitativ und qualitativ auswerten und sowohl die Vergleichsdiagramme als auch die Statistiken überprüfen, bevor Sie die Ergebnisse dann tatsächlich verwenden.

@RISK arbeitet mit zwei verschiedenen Methoden, um so die bestmöglichen Verteilungen für den Datensatz berechnen zu können. Bei Werteprobendaten werden die Verteilungsparameter gewöhnlich mittels MLEs (Maximum Likelihood Estimators, d. h. Schätzfunktionen größter Wahrscheinlichkeit) oder leichter Abänderungen dieser MLEs berechnet. Bei Dichte- und Summendaten (die auch Kurvendaten genannt werden) wird das Verfahren der kleinsten Quadrata angewandt, um den mittleren quadratischen Fehler zwischen Kurvenpunkten und theoretischer Funktion so gering wie möglich zu halten.

Werteprobendaten – MLEs (Maximum Likelihood Estimators, d. h. Schätzungsfunktionen größter Wahrscheinlichkeit)

Bei den MLEs einer Verteilung handelt es sich um die Parameter der betreffenden Funktion, die gemeinsam am wahrscheinlichsten den betreffenden Datensatz zurückgeben.

Definition

Für die Dichteverteilung $f(x)$ mit dem Parameter α und einem entsprechenden Satz von n Wertproben (x_i) kann folgender Ausdruck (auch Wahrscheinlichkeit genannt) definiert werden:

$$L = \prod_{i=1}^{n} f(X_i, \alpha)$$

Um die MLE zu erhalten, braucht *L* nur in Hinsicht auf *a* maximiert und a dann aufgelöst zu werden.

$$\frac{d\mathbf{L}}{d\alpha} = 0$$

und α dann aufgelöst zu werden. Die vorstehend beschriebene Methode kann mühelos auch allgemein auf Verteilungen mit mehr als einem Parameter angewandt werden.

Ein einfaches Beispiel

Eine Exponentialfunktion mit festem unterem Grenzwert von 0 hat nur einen anpassbaren Parameter, sodass die MLE recht einfach berechnet werden kann. Die Dichtefunktion dieser Verteilung kann wie folgt dargestellt werden:

$$f(x) = \frac{1}{\beta} e^{-x/\beta}$$

und die Wahrscheinlichkeitsfunktion lautet

$$\mathbf{L}(\beta) = \prod_{i=1}^{n} \frac{1}{\beta} e^{-X_i/\beta} = \beta^{-n} \exp(-\frac{1}{\beta} \sum_{i=1}^{n} X_i)$$

Um die Sache zu vereinfachen, können wir auch den natürlichen Logarithmus der Wahrscheinlichkeitsfunktion verwenden:

$$\mathbf{l}(\beta) = \ln \mathbf{L}(\beta) = -n \ln(\beta) - \frac{1}{\beta} \sum_{i=1}^{n} X_i$$

Dieser Wahrscheinlichkeitslogarithmus kann maximiert werden, indem Sie den zugehörigen Differentialquotienten hinsichtlich *b* wie folgt einstellen:

$$\frac{d\mathbf{l}}{d\beta} = \frac{-n}{\beta} + \frac{1}{\beta^2} \sum_{i=1}^{n} X_i$$

was dem Wert 0 gleicht, sofern folgende Gleichung zutrifft:

$$\beta = \sum_{i=1}^{n} \frac{X_i}{n}$$

Wenn @RISK also versucht, Ihre Daten der besten verfügbaren Exponentialfunktion mit festem unteren Grenzwert von 0 anzupassen, sucht es erst einmal nach dem Mittelwert der Eingabedaten und verwendet diesen als MLE für β.

Abänderungen der MLE-Methode

Bei einigen Verteilungen kann die vorstehend beschriebene MLE-Methode nicht ohne weiteres verwendet werden. Bei einer Gamma-Verteilung mit drei Parametern (d. h. bei einer Verteilung, deren unterer Grenzwert nicht immer gleich ist) kann die Anpassung z. B. nicht immer mittels MLEs vorgenommen werden. In solchen Fällen greift @RISK auf einen Hybrid-Algorithmus zurück, bei dem die standardmäßige MLE-Methode mit einem Momentenausgleichverfahren gekoppelt wird.

Bei einigen Verteilungen werden durch strikte Anwendung der MLE-Methode oft Parameter generiert, die bei kleinen Werteproben oft zu erheblichen Verzerrungen führen können. Die MLE des Verschiebeparameters einer Exponentialverteilung sowie der Minimal- und Maximalparameter der Gleichverteilung führen bei kleinen Werteproben z. B. zu sehr ungenauen Ergebnissen. @RISK versucht aber, diese Verzerrungen nach Möglichkeit auszugleichen.

Kurvendaten – Verfahren der kleinsten Quadrata

Der mittlere quadratische Fehler (RMSErr) zwischen einem Satz von n Kurvenpunkten (xi, y_i) und einer theoretischen Verteilungsfunktion $f(x)$ mit dem Parameter α kann wie folgt dargestellt werden:

$$RMSErr = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(f(x_i,\alpha) - y_i)^2}$$

Der Wert α, durch den dieser Wert minimiert wird, hat die Bezeichnung „Anpassung der kleinsten Quadrata“. In gewissem Sinne minimiert dieser Wert den „Abstand“ zwischen theoretischer Kurve und den Daten. Die vorstehende Formel kann ohne weiteres auch auf mehrere Parameter angewandt werden.

Mithilfe dieser Methode kann die beste Verteilung sowohl für Dichte- als auch für Summenkurvendaten berechnet werden.

Parametrisches Ladeprogramm

Einige Berechnungen (Parameter-Vertrauensintervalle, *p*-Werte und Berechnungen kritischer Werte) erfordern die Verwendung eines *parametrischen Bootstrap-Programms*. Durch dieses Programm werden praktisch aus jeder angepassten Verteilung zahlreiche neue Werteproben-Datensätze erstellt, die jeweils die gleiche Größe wie der ursprüngliche Datensatz haben. Anschließend werden dann diese neuen Datensätze neu angepasst und die Informationen über jede neu erhobene Anpassung entsprechend tabellarisiert.

Die nachfolgende Diskussion gibt eine Beschreibung der Parameter-Vertrauensintervalle, *p*-Werte und kritischen Werte, um verstehen zu können, unter welchen Umständen solche Informationen wichtig sind.

Standardmäßig ist die parametrische Bootstrap-Option in @RISK ausgeschaltet. Bei großen Datensätzen kann dieses einiges an Zeit in Anspruch nehmen, sodass Sie diese Option nur einschalten sollten, wenn Sie solche Informationen tatsächlich benötigen.

Auswertung der Ergebnisse

Sobald der Anpassungsvorgang abgeschlossen ist, sollten Sie sich die Ergebnisse noch einmal genau ansehen. @RISK bietet Ihnen leistungsstarke Diagramme, Statistiken und Berichte, mit deren Hilfe Sie die Anpassungen auswerten und so die beste Auswahl für Ihre Modelle treffen können.

In @RISK werden alle angepassten Verteilungen mittels einer oder mehrerer Anpassungsstatistiken rangmäßig angeordnet.

Bei Werteprobendaten können Sie die Rangordnung über die AIC-, BIC-, Chi-Quadrat-, Anderson-Darling (AD)- oder Kolmogorov-Smirnov (KS)-Statistik auswählen. (Die AD- und KS-Statistik kann nur für kontinuierliche Anpassungen verwendet werden.) Alle diese Statistiken werden weiter unten in diesem Abschnitt noch einzeln erörtert.

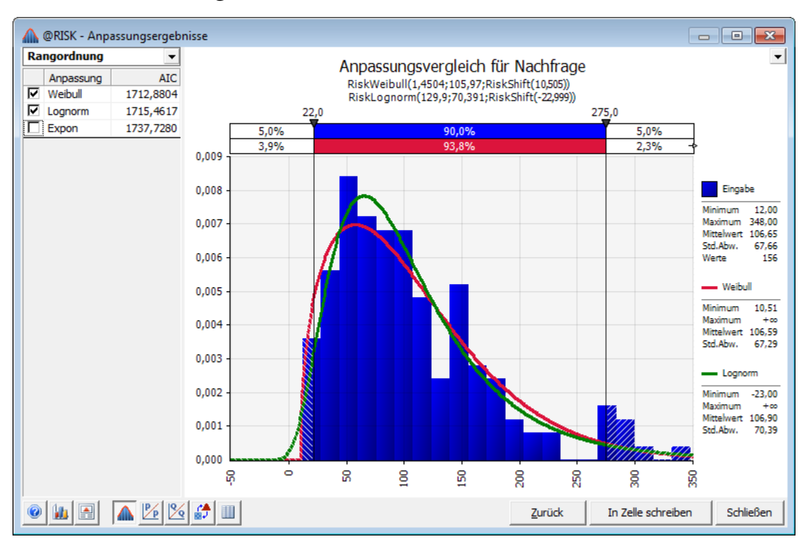
Anpassungen für Dichte- und Summenkurvendaten werden wiederum nach den Werten der entsprechenden RMS-Fehler angeordnet.

Diagramme

@RISK stellt Ihnen vier Arten von Diagrammen zur Verfügung, über die Sie visuell die Qualität der Anpassungen beurteilen können.

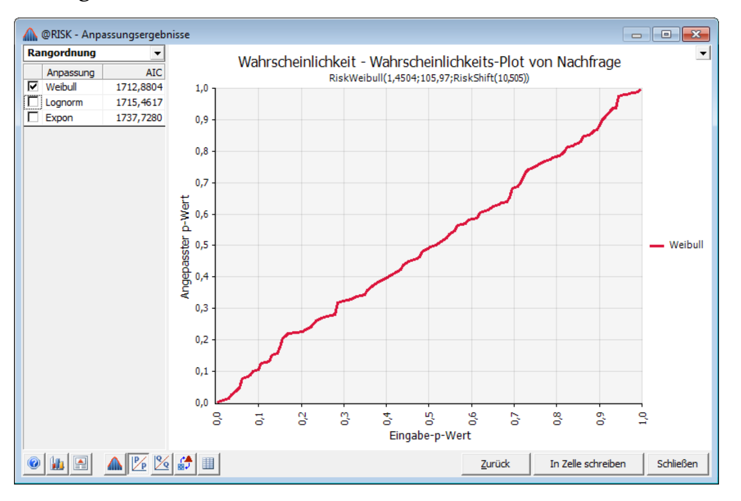
Vergleichs/ diagramme

In einem Vergleichsdiagramm werden sowohl die Eingabedaten als auch die angepasste Verteilung überlagert eingeblendet, wodurch Sie beide visuell in Form von Dichte- oder Summenkurven vergleichen können. Mithilfe dieses Diagramms können Sie feststellen, ob die angepasste Verteilung in bestimmten Bereichen auch genau den Eingabedaten entspricht. Es kann z. B. sehr wichtig sein, dass im Bereich des Mittelwerts oder an den Rändern eine gute Übereinstimmung erzielt wird.



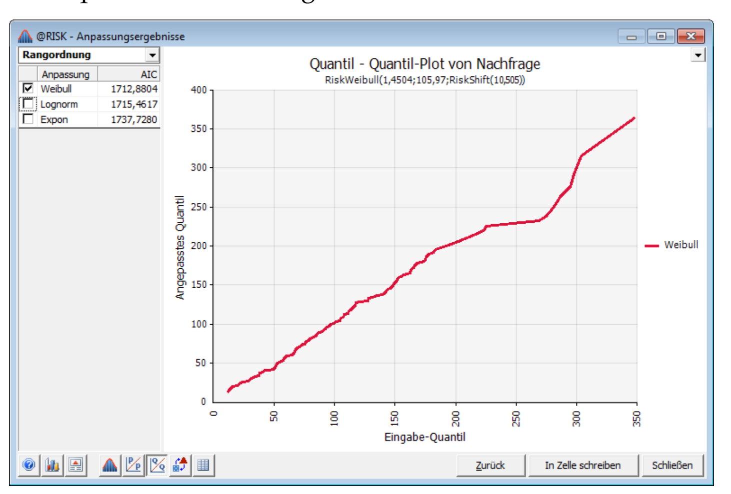
P-P-Diagramme

Über P-P (Probability-Probability, d. h. Wahrscheinlichkeits-Wahrscheinlichkeits)-Diagramme kann die Verteilung der Eingabedaten (P_i) im Vergleich zur Verteilung der Ergebnisse ($F(x_i)$) grafisch dargestellt werden. Eine gute Anpassung zeichnet sich dadurch aus, dass die Koordinaten fast linear verlaufen. P-P-Diagramme sind nur für die Anpassung von Werteprobendaten verfügbar.



Q-Q-Diagramme

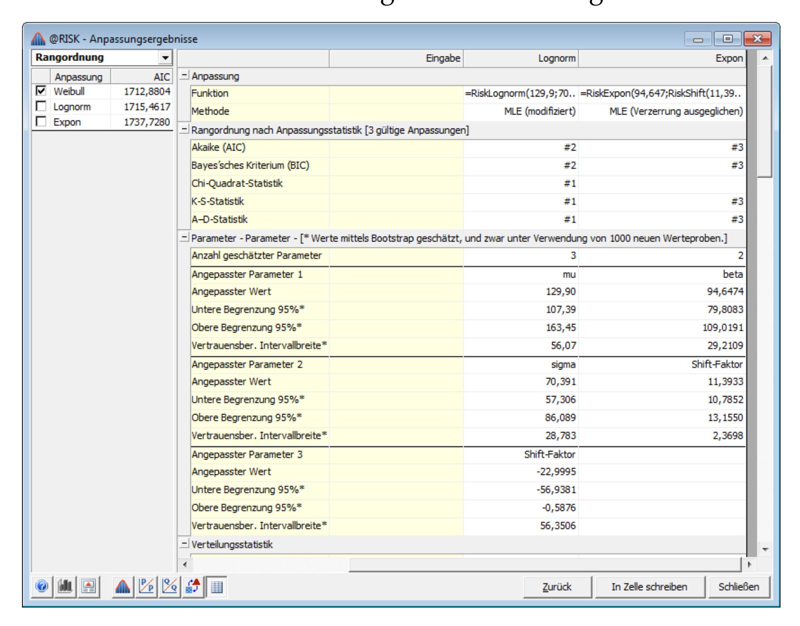
Durch Q-Q (Quantil-Quantil)-Diagramme können die Perzentil-Werte der Eingabeverteilung (x_i) im Vergleich zu den Perzentil-Werten der Ergebnisse ($F^{-1}(P_i)$) grafisch dargestellt werden. Eine gute Anpassung zeichnet sich dadurch aus, dass die Koordinaten fast linear verlaufen. Q-Q-Diagramme sind nur für die Anpassung von kontinuierlichen Werteprobendaten verfügbar.



Grundlegende Statistiken und Perzentile

@RISK erstellt für jede angepasste Verteilung auch gleich die grundlegenden Statistiken (z. B. Mittelwert-, Varianz- und Modus-Statistik), die dann mühelos mit den gleichen Statistiken für die Eingabedaten verglichen werden können.

Auch ermöglicht Ihnen @RISK, die Perzentile von Verteilungen und Eingabedaten zu vergleichen. Es könnte z. B. sein, dass das 5. und 95. Perzentil für Sie besonders wichtig sind. In diesem Fall haben Sie zwei Möglichkeiten, die gewünschten Einstellungen vorzunehmen. Erst einmal sind alle @RISK-Diagramme mit einem Satz von Gleitbegrenzern ausgestattet, durch die Sie visuell zwei verschiedene Zielwerte oder Perzentile einstellen können. Die Perzentile können aber auch in den @RISK-Diagrammen angezeigt werden, indem Sie diese Perzentile rechts des Diagramms in der Legende auswählen.



Anpassungsstatistiken

@RISK erstellt für jede Anpassung eine oder mehrere Anpassungsstatistiken. Es handelt sich dabei um die AIC-, BIC-, Chi-Quadrat-, Kolmogorov-Smirnov (KS)-, Anderson-Darling (AD)- und RMSErr-Statistiken. Durch diese Statistiken wird gemessen, wie gut die Verteilung für die Eingabedaten geeignet ist, und wie zuversichtlich Sie sein können, dass die Daten auch wirklich durch die Verteilungsfunktion generiert wurden. Bei allen diesen Statistiken stellt der kleinere Wert eine bessere Anpassung dar.

Die RMSErr-Statistik wird ausschließlich für Kurvendaten bei Dichte- und Summenkurven verwendet. Die AD- und KS-Tests werden dagegen nur für kontinuierliche Werteprobendaten verwendet. AIC, BIC und Chi-Quadrat können dagegen sowohl für kontinuierliche als auch für diskontinuierliche Werteprobendaten Verwendung finden.

Modellauswahl und Anpassungs-Validierung

Anpassungsstatistiken werden für zwei in Beziehung stehende, aber gesonderte Zwecke verwendet. *Modellauswahl* ist der Vorgang, durch den Sie einen bestimmten Verteilungsanpassungstyp auswählen, während es sich bei Anpassungs-Validierung um den Prozess handelt, durch den festgestellt wird, ob eine bestimmte angepasste Verteilung auch die richtige für Ihre Daten ist.

Bei Kurvendaten ist die RMSErr-Statistik für beide diese Zwecke da.

Bei Werteprobendaten waren die so genannten „klassischen" Anpassungsgütestatistiken (Chi-Quadrat, KS und AD) ursprünglich für die Anpassungs-Validierung vorgesehen und nicht direkt zur Verteilungsauswahl. Sie werden aber trotzdem oft für solche Auswahl verwendet und bei sehr vielen Datenpunkten ist die Verwendung dieser Statistiken für Modellauswahl auch durchaus angebracht.

In neuerer Zeit sind die so genannten „Informationskriterien"-Tests speziell für die Modellauswahl entwickelt worden.Diese Tests sind für solche Auswahl besser geeignet, da durch sie unter anderem auch die Anzahl der freien Parameter der angepassten Verteilung mit berücksichtigt wird. Um die Wichtigkeit dieser Berücksichtigung zu verstehen, sollte man sich den hypothetischen Fall einer Normalverteilung und einer allgemeinen Beta-Verteilung vor Augen führen, die beide sehr gut einem bestimmten Datensatz angepasst werden könnten. Sofern kein anderer Unterschied besteht, ist die Normalverteilung in diesem Fall vorzuziehen, da sie nur zwei anpassbare Parameter aufweist, während die allgemeine Beta-Verteilung mit vier anpassbaren Parametern versehen ist. Dieses nennt man das *Sparsamkeitsprinzip*.

Wir empfehlen Ihnen, die AIC- oder BIC-Statistik zur Modellauswahl zu verwenden, sofern nichts anderes dagegenspricht. Es sollte jedoch auf jeden Fall beachtet werden, dass durch diese Statistiken nicht unbedingt die genaue Anpassungsgüte einer bestimmten Anpassung gemessen werden kann. Mit anderen Worten, die AIC- und BIC-Statistik haben beim Vergleich von zwei vorgeschlagenen Verteilungstypen nur relative Bedeutung.

Informations-kriterien (AIC und BIC)

Die AIC- und die BIC-Statistik werden durch die Log-Wahrscheinlichkeitsfunktion berechnet, und zwar mittels zwei einfacher Gleichungsausdrücke:

$$\mathrm{AIC} = 2\mathrm{k} - 2\ln \boldsymbol{L}$$

$$\mathrm{BIC} = \mathrm{k}\ln \mathrm{n} - 2\ln \boldsymbol{L}$$

In diesen Gleichungen ist L die Wahrscheinlichkeitsfunktion, k die voraussichtliche Anzahl der Anpassungsparameter und n die Anzahl der erhobenen Werteprobenpunkte.

Die AIC- und die BIC-Statistik sind sich offensichtlich sehr ähnlich. Die theoretische Untermauerung dieser beiden Statistiken basiert auf der Bayes'schen Analyse und der Unterschied in den beiden hat mit unterschiedlichen Annahmen in Bezug auf diese Analyse zu tun.

AIC tendiert dahin, dass die Anzahl der Parameter geringere Auswirkung auf die Analyse als bei BIC hat. Es wird viel darüber diskutiert, welche dieser beiden Analysen geeigneter ist und das letzte Wort in dieser Hinsicht ist noch nicht gesprochen. Wir empfehlen Ihnen, AIC zu verwenden, sofern keine Gründe dagegensprechen.

Chi-Quadrat-Statistik

Dieses ist die bekannteste Anpassungsgütestatistik. Sie kann sowohl bei kontinuierlichen als auch bei diskontinuierlichen Werteprobendaten angewandt werden. Um die Chi-Quadrat-Statistik berechnen zu können, müssen Sie erst die x-Achsen-Domäne in mehrere Fächer oder „Bins“ unterteilen. Anschließend kann die Statistik dann wie folgt definiert werden:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{K} \frac{(N_i - E_i)^2}{E_i}$$

Syntax:

K = *Anzahl der Bins*

N_i = *beobachtete Anzahl der Werteproben in Bin i*

E_i = *erwartete Anzahl der Werteproben in Bin i.*

Chi-Quadrat hat den Nachteil, dass es bei dieser Statistik keine Richtlinien für die Anzahl der Bins und deren genaue Position gibt. In einigen Situationen ist es möglich, zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen zu kommen, je nachdem, wie die Bins angegeben wurden.

Zum Teil kann die Willkürlichkeit der Bin-Auswahl dadurch beseitigt werden, dass Sie @RISK die Anweisung geben, gleichwahrscheinliche Bins zu verwenden. In diesem Modus werden die Größen der Bins durch @RISK der geeigneten Verteilung angepasst, wodurch versucht wird, jedem Bin die gleiche Wahrscheinlichkeit einzuräumen. Bei kontinuierlichen Verteilungen funktioniert das problemlos. Bei diskontinuierlichen Verteilungen können die Bins durch @RISK allerdings nur ungefähr gleichgemacht werden.

@RISK gibt Ihnen jedoch volle Kontrolle darüber, wie die Bins für den Chi-Quadrat-Test definiert werden. Diese Einstellungen sind im Dialogfeld **Verteilungen den Daten anpassen** auf der Registerkarte **Chi-Quadrat-Binning** zu finden.

Kolmogorov-Smirnov (K-S)-Statistik

Dies ist eine weitere Anpassungsstatistik, die für kontinuierliche Werteprobendaten verwendet werden kann und wie folgt definiert wird:

$$D_n = \sup\left[\left|F_n(x) - \hat{F}(x)\right|\right]$$

Syntax:

n = *Gesamtanzahl der Datenpunkte*

$\hat{F}(x)$ = *angepasste Summenverteilungsfunktion*

$$F_n(x) = \frac{N_x}{n}$$

N_x = *Anzahl der* X_i's*, die kleiner als x sind*

Für die K-S-Statistik ist kein „Binning“ erforderlich, wodurch diese Statistik besser durchschaubar ist als die Chi-Quadrat-Statistik. Allerdings können durch die K-S-Statistik schlecht irgendwelche Randdiskrepanzen erkannt werden.

Anderson-Darling (A-D)-Statistik

Auch diese Anpassungsstatistik kann für kontinuierliche Werteprobendaten verwendet werden und wird wie folgt definiert:

$$A_n^2 = n \int_{-\infty}^{+\infty} \left[F_n(x) - \hat{F}(x) \right]^2 \Psi(x) \hat{f}(x) dx$$

Syntax:

n = *Gesamtanzahl der Datenpunkte*

$$\Psi^2 = \frac{1}{\hat{F}(x)\left[1 - \hat{F}(x)\right]}$$

$\hat{f}(x)$ = *hypothetisch ausgedrückte Dichtefunktion*

$\hat{F}(x)$ = *hypothetisch ausgedrückte Summenverteilungsfunktion*

$$F_n(x) = \frac{N_x}{n}$$

N_x = *Anzahl der* X_i's, *die kleiner als x sind*

Genauso wie bei der K-S-Statistik, ist auch bei der A-D-Statistik kein „Binning“ erforderlich. Aber im Gegensatz zur K-S-Statistik, die sich auf die Verteilungsmitte konzentriert, werden durch die A-D-Statistik mehr die Unterschiede zwischen den unteren Rändern der angepassten Verteilung und den Eingabedaten herausgestellt.

Mittlerer quadratischer Fehler (RMSErr)

Für Dichte- und Summenkurvendaten kann nur die Anpassungsstatistik RMSErr (mittlerer quadratischer Fehler) verwendet werden. Hier handelt es sich um die gleiche Größe, die durch @RISK während des Anpassungsvorgangs zum Zweck der Parameterfestlegung minimiert wurde. Durch RMSErr wird der mittlere quadratische Fehler zwischen Eingabe und Anpassungskurve gemessen.

Anpassungs-Validierung unter Verwendung von P-Werten und kritischen Werten

Durch die „klassischen" Anpassungsgüte-Statistiken (Chi-Quadrat, KS und AD) wird jeweils gemessen, inwieweit die angepasste Verteilung von den Eingabedaten abweicht. Wie bereits erwähnt, gilt hier die Regel: je kleiner die Anpassungsstatistikwerte, desto besser die Anpassung. Aber wie klein sollte der Statistikwert für eine gute Anpassung wirklich sein? In diesem Abschnitt wird erklärt, wie bei Probendatenanpassungen die P- und kritischen Werte dazu verwendet werden können, die Anpassungsgüte zu analysieren.

Angenommen, Sie arbeiten mit einer Verteilung, die einem Satz von n Werteproben angepasst ist, sowie auch mit der entsprechenden Anpassungsstatistik.

P-Werte

Wie wahrscheinlich ist es in diesem Fall, dass durch einen neuen aus der gleichen angepassten Verteilung erhobenen Satz von n Proben eine Anpassungsstatistik generiert werden könnte, die größer als oder gleich s ist? Die sich aus dieser Überlegung ergebende Wahrscheinlichkeit wird als P-Wert bezeichnet und wird mitunter auch „beobachtetes Signifikanzniveau" genannt. Je mehr sich der P-Wert dem Werte Null nähert, desto unwahrscheinlicher ist es, dass die angepasste Verteilung je in der Lage war, unseren Originaldatensatz zu generieren. Umgekehrt können wir bei einem P-Wert, der sich dem Wert 1 nähert, ziemlich sicher sein, dass unser Datensatz tatsächlich durch die angepasste Verteilung generiert wurde.

Kritische Werte

Oft wird die Frage auch andersherum gestellt, d. h. es wird mit einem bestimmten Signifikanzniveau gearbeitet, das meistens mit a bezeichnet wird. Dieser Wert zeigt an, wie wahrscheinlich es ist, dass wir fälschlicherweise eine Verteilung zurückweisen, weil sie auf Grund von statistischen Schwankungen einen s-Wert generierte, der enorm groß war. Wir möchten daher gern wissen, was bei dem gegebenen Signifikanzniveau der größte s-Wert ist, den wir noch als gültige Anpassung akzeptieren können. Dieser für s einzusetzende Wert wird „kritischer Wert" der Anpassungsstatistik auf dem Signifikanzniveau α genannt. Jede Anpassung, deren s-Wert den kritischen Wert übersteigt, wird dann zurückgewiesen, während Anpassungen mit geringerem s-Wert akzeptiert werden können. In der Regel hängen kritische Werte von der Art der Verteilungsanpassung, der verwendeten Anpassungsstatistik, der Anzahl der Datenpunkte sowie auch von dem Signifikanzniveau ab.

Berechnungs-methoden

Die Chi-Quadrat-, KS- und D-Statistik wurden bereits vor dem Computer-Zeitalter entwickelt. Um *p*-Werte und kritische Werte berechnen zu können, mussten die Statistiker erst einmal die Probenerhebungen aus Verteilungen für diese Anpassungsstatistiken festlegen. (Beim Chi-Quadrat-Test bezieht sich der Name in der Tat auf die spezielle Probenahme aus Verteilungen bei diesem Test.) In der Regel waren diese Analysen jedoch auf Fälle ohne anpassbare Parameter beschränkt (z. B. auf den Hypothesetest). Es wurden verschiedene Annäherungen und Annahmen vorgenommen, um diese Analysen auf Fälle mit einem oder mehreren anpassbaren Parametern auszuweiten, aber in vielen Fällen war das inakzeptabel.

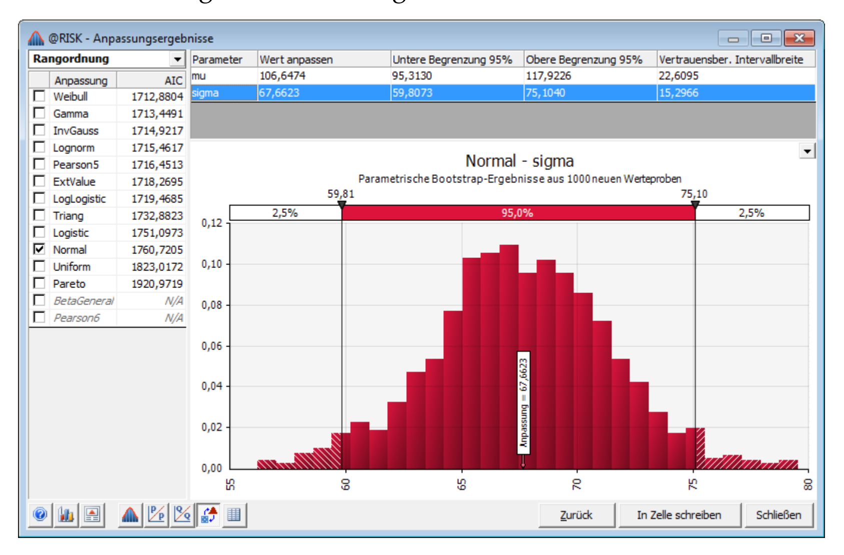
Diese Beschränkungen können jetzt jedoch mithilfe von parametrischem Bootstrapping aus der Welt geschafft werden. Wie bereits weiter oben in diesem Abschnitt beschrieben, werden durch das Bootstrapping viele neue Werteproben aus der angepassten Verteilung erhoben und neu angepasst. Dadurch kann eine Probenerhebung aus Verteilungen für die Anpassungsstatistik erstellt und können somit auch die *p*-Werte und kritischen Werte direkt berechnet werden.

Mit anderen Worten, Berechnungen von *p*-Werten und kritischen Werten können nur ausgeführt werden, wenn die Anpassungsoption für parametrisches Bootstrapping aktiviert ist.

Vertrauensbereiche für angepasste Parameter

Oft möchten Sie vielleicht gern Informationen darüber haben, wie unbestimmt ein bestimmter angepasster Parameter eigentlich ist. Wenn @RISK beispielsweise berichtet, dass RiskNormal(6,5;1,2) die bestpassende normale Verteilung ist, möchten Sie vielleicht logischerweise gern wissen, wie gewiss der geschätzte Mittelwert von 6,5 eigentlich ist.

Durch das parametrische Bootstrapping können Sie in diesem Fall diese Unbestimmtheit abschätzen. Wie bereits erwähnt, werden durch das parametrische Bootstrapping neue Werteproben aus einer großen Anzahl von neuen Datensätzen erhoben und diese dann dem gleichen Verteilungstyp gemäß neu angepasst. Auf diese Weise kann eine so genannte Probenerhebung aus Verteilungen für diesen Parameter vorgenommen werden. Daraus ergibt sich in der Tat eine Schätzung der Ausbreitung oder Verteilung des Parameters.

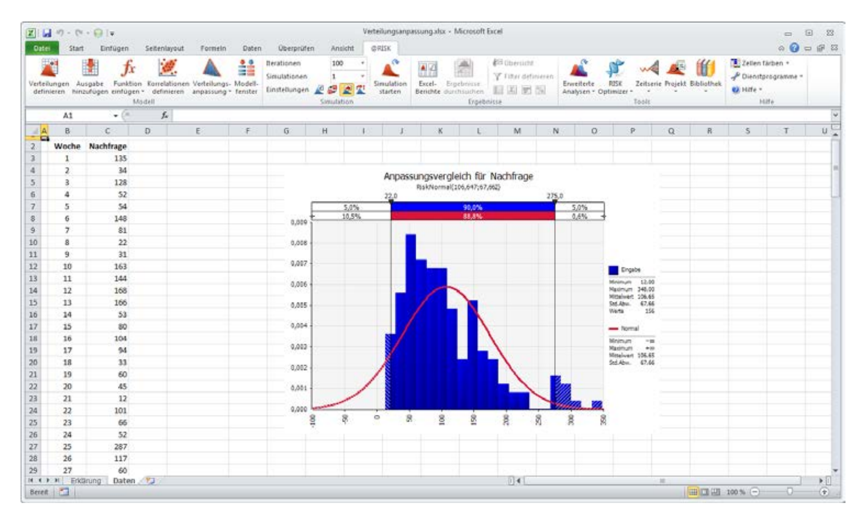


In der Regel wird diese Ausbreitung *Vertrauensbereich* genannt, wobei es sich eigentlich um einen Bereich von Daten handelt, die einen bestimmten Prozentsatz der Werte mit einschließen.

Berechnungen von Vertrauensbereichen können jedoch nur vorgenommen werden, wenn das parametrische Bootstrapping aktiviert ist.

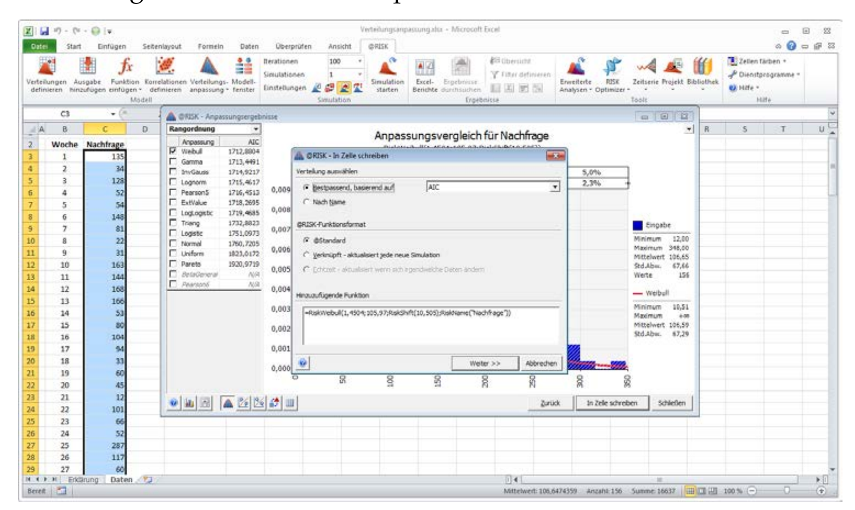
Export von Diagrammen und Berichten

Sobald Sie die Berechnungsergebnisse analysiert haben, möchten Sie diese vielleicht in ein anderes Programm exportieren. Natürlich können Sie jederzeit ein @RISK-Diagramm oder einen @RISK-Bericht in die Zwischenablage kopieren und von da aus in das Excel-Programm oder eine andere Windows-Anwendung einfügen. Zusätzlich haben Sie aber auch die Möglichkeit, den Befehl **In Excel grafisch darstellen** zu verwenden, über den Sie eine Kopie des aktuellen @RISK-Diagramms im normalen Excel-Diagrammformat erstellen können.



Verwendung von angepassten Verteilungen in Excel

Sie werden das Anpassungsergebnis sicherlich öfters auch in einem @RISK-Modell verwenden wollen. Durch Klicken auf **In Zelle schreiben** wird das Anpassungsergebnis als neue Verteilungsfunktion im Modell platziert.



Durch Auswahl der Option **Zu Beginn jeder Simulation aktualisieren und erneut anpassen** wird @RISK veranlasst, zu Beginn jeder Simulation die Daten automatisch neu anzupassen (sofern diese geändert wurden) und die neue sich daraus ergebende Verteilungsfunktion im Modell zu platzieren.

Anhang B: Optimierung

Einführung

Das RISKOptimizer-Tool von @RISK vereinigt in sich die Optimierung und die Simulation, wodurch Sie selbst solche Probleme optimieren können, die unbestimmte Elemente enthalten. Dieser Anhang gibt Ihnen Hintergrundinformationen über die von RISKOptimizer verwendeten Optimierungsmethoden.

Optimierungsmethoden

Bei den üblichen, in Excel mithilfe des Optimierungs-Add-In **Solver** oder **Evolver** analysierten Optimierungsproblemen handelt es sich meistens um folgende:

- eine Ausgabe- oder Zielzelle, die minimiert oder maximiert werden soll
- einen Satz von Eingabezellen oder anpassbaren Zellen, deren Werte gesteuert werden können
- einen Satz von Beschränkungen, die eingehalten werden müssen und oft durch Ausdrücke wie KOSTEN<100 oder A11>=0 angegeben werden

Während einer Optimierung in Solver oder Evolver werden die anpassbaren Zellen innerhalb der von Ihnen angegebenen, zulässigen Bereiche geändert. Das Modell wird für jeden Satz von möglichen anpassbaren Zellen neu berechnet und somit ein neuer Wert für die Zielzelle generiert. Bei Abschluss der Optimierung ergibt sich auf diese Weise eine optimale Lösung (oder Kombination von anpassbaren Zellwerten). Diese Lösung stellt eine Kombination der anpassbaren Zellwerte dar, die den besten Wert (d. h. den Minimal- oder Maximalwert) für die Zielzelle ergibt und gleichzeitig auch den eingegebenen Beschränkungen entspricht.

Einige Optimierungsprobleme sind viel schwieriger als andere zu lösen. Bei sehr schwierigen Problemen, wie z. B. bei einem Excel-Modell, um die kürzeste Strecke zwischen 1000 Orten zu finden, ist es nicht möglich, alle etwaigen Lösungen zu untersuchen. Solche Methode würde selbst auf den schnellsten Computern mehrere Jahre in Anspruch nehmen.

Um solche Probleme zu lösen, muss eine Untermenge aller möglichen Lösungen durchsucht werden. Durch Untersuchung dieser Lösungen kann am besten festgestellt werden, wie bessere Lösungen gefunden werden können. Und das wird durch einen *Algorithmus* erreicht. Ein Algorithmus ist einfach eine Schritt-für-Schritt-Beschreibung, wie ein Problem gelöst werden kann. Alle Computerprogramme werden z. B. durch Kombination vieler Algorithmen entwickelt.

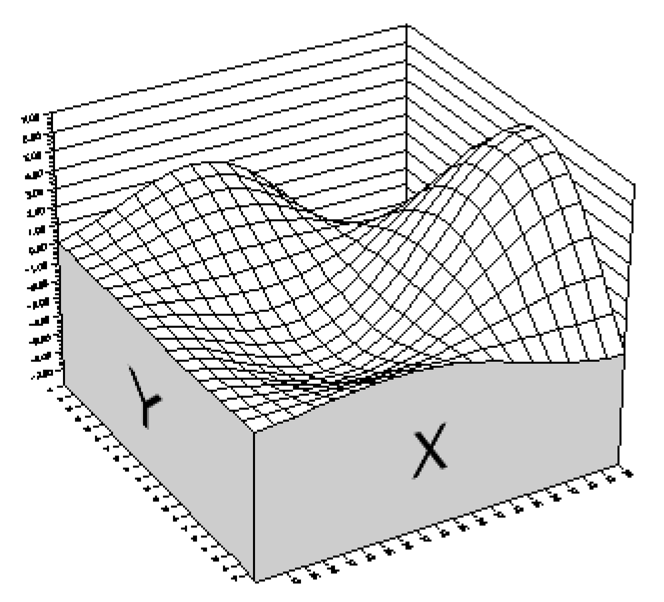
Wir beginnen damit, zu untersuchen, wie ein Problem durch die meisten problemlösenden Algorithmen dargestellt wird. Die meisten Probleme können in drei elementare Komponenten zerlegt werden: Eingaben, irgendeine Funktion und eine sich daraus ergebende Ausgabe.

	Suche nach:	bei dieser:	nach dem besten:
Komponenten des Problems	Eingaben	Funktion	Ausgabe
Optimierung in Excel	Variablen	Modell	Zielwert

Angenommen, das Optimierungsproblem enthält zwei Variablen, nämlich X und Y. Wenn in einer Gleichung ausgedrückt, ergeben diese beiden Variablen das Ergebnis =Z. Unser Problem besteht darin, den Wert für X und Y zu finden, der den höchsten Z-Wert ergibt. Man kann sich Z wie eine „Bewertung“ darüber vorstellen, wie gut irgendeine XY-Paarung ist.

	Suche nach:	bei dieser:	nach dem besten:
In diesem Beispiel	X und Y	Gleichung	Z

Ein Diagramm eines jeden X- und Y-Satzes sowie des daraus entstehenden Z-Satzes würde ein dreidimensionales Oberflächendiagramm ergeben, wie in der nachstehenden Abbildung gezeigt.



Eine „Landschaft“ möglicher Szenarien oder Lösungen.

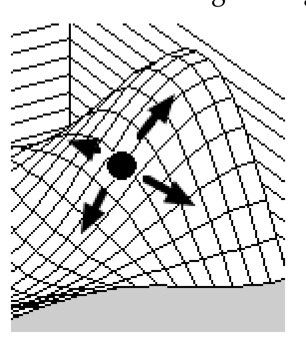
Jeder Schnittpunkt von einem x- und einem y-Wert ergibt eine z-Höhe. Die Höhen und Tiefen in dieser „Landschaft“ stellen die guten bzw. nicht so guten Lösungen dar. Das Suchen nach dem Maximum oder dem höchsten Punkt dieser Funktion, und zwar durch Untersuchung jeder Lösung, würde selbst bei dem leistungsstärksten Computer und dem schnellsten Programm viel zu viel Zeit in Anspruch nehmen. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass wir Excel nur die eigentliche Funktion und kein Diagramm davon zur Verfügung stellen. Auch könnten wir es genauso gut mit einem 200-dimensionalen wie mit diesem zweidimensionalen Problem zu tun haben. Wir benötigen daher eine Methode, die uns trotz weniger Berechnungen maximale Produktivität ermöglicht.

Hill-Climbers (Algorithmen mit selbstoptimierendem Lösungsansatz)

Als Nächstes wollen wir uns einen einfachen **Hill-Climber**-Algorithmus ansehen:

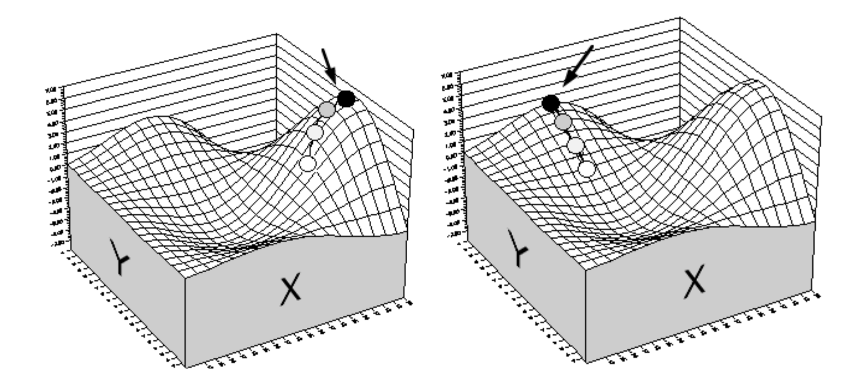
1) *Irgendwo in der Landschaft starten (Zufallspunkt wählen)*
2) *Kurzen Zufallsweg einschlagen (beliebige Richtung)*
3) *Wenn dieser Weg zu einem neuen, höher liegenden Punkt führt, dort bleiben und dann Schritt 2 wiederholen. Falls der neue Punkt jedoch niedriger liegt, zurück zum Anfangspunkt gehen und erneut versuchen.*

Durch Hill-Climbing wird immer nur eine Lösung oder ein Szenario zur Zeit ausprobiert. Wir verwenden hier einen schwarzen Punkt (•), um eine mögliche Lösung (einen Satz von x-, y- und z-Werten) darzustellen. Wenn wir den Punkt an einem rein zufälligen Startpunkt platzieren, hoffen wir, dass er durch unsere Hill-Climbing-Methode auf den höchsten Punkt im Diagramm gebracht wird.



Aus dem vorstehenden Diagramm ist klar ersichtlich, dass der Punkt auf die rechts befindliche Erhöhung gebracht werden soll. Wir wissen dass jedoch nur, weil wir bereits die gesamte Landschaft gesehen haben. Bei Ausführung des Algorithmus sieht dieser nur die nächstliegende Umgebung, aber nicht die ganze Landschaft. Mit anderen Worten, *der Algorithmus kann zwar die Bäume, aber nicht den ganzen Wald sehen*.

Bei den meisten realitätsbezogenen Problemen ist die Landschaft aber nicht so eben und die Berechnung würde daher Jahre in Anspruch nehmen. Aus diesem Grund berechnen wir nur das aktuelle und die nächstliegenden Szenarien. Angenommen, es handelt sich bei dem Punkt um einen Mann mit verbundenen Augen, der von sanft rollenden Hügeln umgeben ist. Bei Verwendung des Hill-Climbing-Algorithmus würde dieser Mann einen Schritt in jede Richtung machen und sich dann dorthin fortbewegen, wo er fühlt, dass es aufwärts geht. Dieser Mann würde erfolgreich seinen Weg nach oben finden und schließlich die Spitze des Hügels erreichen, wo der Boden unter seinen Füßen überall abwärts führen würde. Diese Methode scheint sehr einfach zu sein. Aber wird würden auf ein ernstes Problem stoßen, wenn der Mann an einer anderen Stelle starten und dadurch den falschen Hügel besteigen würde! (Siehe nachstehendes Diagramm).



Selbst bei einer Abgleichsfunktion kann das Hill-Climbing jedoch fehlschlagen, wenn von einer etwas anderen Position aus gestartet wird (siehe rechts).

Durch Hill-Climbing wird nur die am nächsten gelegene Hügelspitze oder das *lokale Maximum* gefunden. Wenn Ihr Problem sich daher in einer sehr unebenen und hügeligen Lösungslandschaft befindet, wie das bei den meisten realistischen Modellen der Fall ist, kann durch Hill-Climbing wahrscheinlich nicht der höchste oder sogar noch nicht einmal einer der höchsten Hügel gefunden werden.

Auch besteht bei Hill-Climbing noch ein anderen Problem: Wie können wir eigentlich das Gelände um unseren aktuellen Standort herum finden? Falls die Landschaft durch eine Abgleichsfunktion beschrieben wird, ist es vielleicht möglich, die Differentialrechnung zu verwenden, um die Richtung mit der steilsten Schräge zu finden. Wenn die Landschaft dagegen diskontinuierlich oder nicht differenzierbar ist (wie in realen Problemen oft der Fall), müssen wir die Punktwerte der umliegenden Szenarien berechnen.

Angenommen, eine Bank stellt einen Sicherheitsbeamten ein, der die Bank von 9.00 – 17.00 Uhr bewachen soll, muss ihm aber zwei Arbeitspausen von je 30 Minuten gewähren. Unsere Aufgabe ist in diesem Fall, die optimalen Pausenzeiten zu finden, und zwar unter Berücksichtigung der generellen Regeln bezüglich Leistungs- /Ermüdungsverhältnis und des zeitlich unterschiedlichen Kundenstromes während des Tages. Vielleicht beginnen wir damit, verschiedene Kombinationen von Arbeitspausen auszuwerten. Falls wir derzeit mit einem Arbeitsplan arbeiten, bei dem die Arbeitspausen für 11.00 Uhr und 15.00 Uhr angesetzt sind, sollten wir vielleicht die Produktivität der umliegenden Szenarien berechnen:

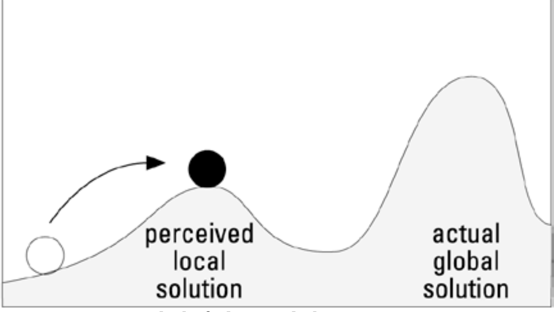
Richtung	Pause 1 (x)	Pause 2 (y)	Wertung (z)
Aktuelle Lösung	11.00 Uhr	15.00 Uhr	= 46.5
West-Szenario	10.45 Uhr	15.00 Uhr	= 44.67
Ost-Szenario	11.15 Uhr	15.00 Uhr	= 40.08
Nord-Szenario	11.00 Uhr	15.15 Uhr	= 49.227
Süd-Szenario	11.00 Uhr	14.45 Uhr	= 43.97

Falls wir drei anpassbare Zellen (Pausen) anstelle von zwei hätten, müssten wir acht verschiedene Richtungen berücksichtigen. In der Tat, wenn wir fünfzig Variablen hätten (was bei einem mittelgroßen Problem durchaus vorkommen kann), müssten wir die Produktivität für 2^{50}, oder mehr als eine Billiarde Szenarien berechnen… und nur für diesen einen Sicherheitsbeamten!!

Es können am Hill-Climbing aber Änderungen vorgenommen werden, um die Fähigkeit dieses Algorithmus zu verbessern, globale Maxima (d. h. die höchsten Hügel in der gesamten Landschaft) zu finden. Hill-Climbing ist am besten für unimodale Probleme zu verwenden. Aus diesem Grunde wird diese Technik in einigen Analysenprogrammen eingesetzt. Hill-Climbing ist jedoch nur sehr begrenzt für komplexe oder sehr umfangreiche Probleme von Nutzen.

Lokale Optimierung mittels Excel Solver

Excel enthält ein Optimierungs-Dienstprogramm, das Solver genannt wird. Der GRG-Algorithmus in Solver ist ein Beispiel eines Hill-Climbing-Algorithmus, der zwar eine lokale, aber keine globale Lösung finden kann. Eine Hill-Climbing-Routine beginnt mit den aktuellen variablen Werten, die dann langsam angepasst werden, bis die Ausgabe des Modell sich nicht weiter verbessert. Das bedeutet, dass Probleme mit mehr als einer möglichen Lösung durch GRG wahrscheinlich nicht sehr gut gelöst werden können, da Solver immer eine ***lokale*** Lösung ergibt und nicht zur ***globalen*** Lösung hinüber springen kann (siehe nachstehende Abbildung).



Landschaft der möglichen Lösungen

Außerdem macht GRG erforderlich, dass die durch Ihr Modell dargestellte Funktion kontinuierlich ist. Das bedeutet, dass die Ausgabe sich bei Anpassung der Eingaben mühelos ändern sollte. Falls Ihr Modell Verweistabellen verwendet, störintensive Echtzeitdaten aus anderen Programmen erfasst, Zufallselemente enthält oder mit WENN-Funktionen arbeitet, wird es „sprunghaft“ und diskontinuierlich sein. GRG würde solch ein Problem nicht lösen können.

GRG war der einzige nicht lineare Optimierungs-Algorithmus, der vor Excel 2010 durch Solver verfügbar war (Solver enthält auch die Simplex-Methode zur Lösung linearer Probleme). Seit Excel 2010 sind in Solver aber auch einige globale Optimierungs-Tools zu finden, über die Sie im nächsten Abschnitt noch mehr erfahren werden.

Globale Optimierung – Solver gegenüber Palisade-Add-Ins

Gleich von Anfang an haben die Evolver- und RiskOptimizer Excel-Add-Ins die globalen Optimierungsmethoden enthalten. Aber vor Excel 2010 war das Solver-Programm nur mit einer lokalen Optimierungsmethode zur Lösung nicht linearer Probleme ausgestattet, nämlich dem GRG-Algorithmus. Microsoft war sich der Notwendigkeit von globalen Optimierungs-Tools sehr bewusst und bezog diese in die Excel 2010-Version von Solver mit ein.

Excel 2010 Solver bietet daher separate globale Optimierungsmethoden zur Lösung von kontinuierlichen sowie auch diskontinuierlichen Problemen. Um nach einem globalen Maximum mit kontinuierlichen Funktionen zu suchen, können Benutzer die GRG-Methode ausführen, und zwar bei aktivierter Option „Multistart verwenden". Für globale Optimierung mit diskontinuierlichen Funktionen ist dagegen die Lösungsmethode „Evolutionary" verfügbar. Diese Methode steht im Gegensatz zu den Palisade-Add-Ins, bei denen der Benutzer nicht die Art des Optimierungsproblems angeben und auch nicht den entsprechenden Algorithmus auswählen muss. Die beiden in Evolver und RISKOptimizer verfügbaren Algorithmen (d. h. der gentechnische Algorithmus und OptQuest) sind beide in der Lage, sowohl kontinuierliche als auch diskontinuierliche, globale Optimierungsprobleme zu lösen. In der Regel ist der Benutzer der Palisade-Produkte in der Lage, die Auswahl des Algorithmus der Software zu überlassen.

Auch ist Excel Solver nicht in der Lage, besonders große Probleme zu handhaben. Es sind nur maximal 200 Variablen (anpassbare Zellen) und 100 Beschränkungen zulässig. (Diese Limitierung trifft aber nicht auf einfache Beschränkungen zu, durch die die Begrenzungen von anpassbaren Zellen definiert werden.)

Problemarten

Gewöhnlich werden mehrere verschiedene Arten von Problemen optimiert.

Lineare Probleme

In linearen Problemen bestehen alle Ausgaben aus einfachen linearen Eingabefunktionen, wie z. B. in y=mx+b. Wenn in den Problemen nur einfache arithmetische Operatoren, wie z. B. Addition, Subtraktion und Excel-Funktionen wie TREND() und SCHÄTZER() verwendet werden, ist das ein Zeichen dafür, dass ausschließlich lineare Beziehungen zwischen den Variablen vorhanden sind.

Lineare Probleme sind seit Einführung von Computern und Entwicklung der Simplex-Methode durch George Dantzig verhältnismäßig einfach zu lösen. Ein einfaches lineares Problem kann am schnellsten und genauesten mithilfe eines linearen Programmierungs-Hilfsprogramm gelöst werden. Aus dem in Excel enthaltenen Solver-Programm kann ein lineares Programmierungs-Tool gemacht werden, wenn Sie das Kontrollkästchen „Lineares Modell übernehmen“ in Excel 2007 oder früheren Versionen aktivieren bzw. in Excel 2010 die Lösungsmethode „Simplex LP“ wählen. Solver verwendet dann eine lineare Programmierungsroutine, um schnell eine perfekte Lösung zu finden. Falls Ihr Problem schlichtweg in linearer Form ausgedrückt werden kann, sollten Sie auf jeden Fall die lineare Programmierung verwenden. Leider können jedoch die meisten realen Probleme nicht linear beschrieben werden.

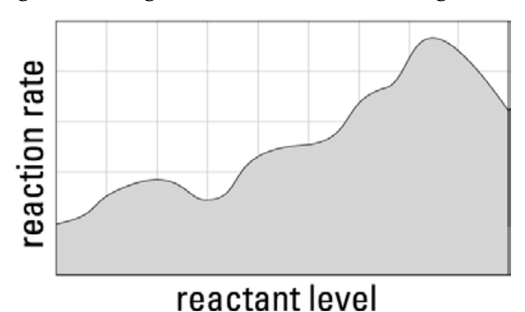
Wenn Sie der Version 6 von Evolver und RISKOptimizer das Optimierungssystem OptQuest hinzufügen, können durch diese Add-Ins ebenfalls lineare Probleme auf effiziente Weise gelöst werden. Durch OptQuest können Lösungen generiert werden, die den angegebenen linearen Beschränkungen entsprechen. Dadurch sind Sie in der Lage, Probleme mit linearen Beschränkungen schnell zu lösen, selbst wenn Sie nicht dabei angeben, dass es sich um ein lineares Problem handelt.

Nicht lineare Probleme

Angenommen, es kostet $5000, um 5000 Widgets herzustellen und auszuliefern. Würde es dann automatisch $1 kosten, um nur ein Widget herzustellen und auszuliefern? Wahrscheinlich nicht. Das Fließband in der Widget-Fertigungsanlage würde weiterhin Strom verbrauchen, die Schreibarbeit wäre wahrscheinlich die gleiche und müsste durch die verschiedenen Abteilungen gehandhabt werden, die Materialien würden weiterhin in größeren Mengen eingekauft, die Lkws würden genau so viel Benzin oder Dieselöl benötigen, um die Widgets auszuliefern und der Lastwagenfahrer würde weiterhin für den ganzen Tag bezahlt werden, ganz gleich, wie viele Widgets sich auf dem Lkw befinden. Die meisten Realprobleme enthalten keine Variablen, die auf einfachen linearen Beziehungen beruhen. Diese Probleme erfordern Multiplikation, Division, Exponenten und integrierte Excel-Funktionen, wie z. B. ORDNEN() und VARIATION(). Sobald die Variablen eine disproportionale Beziehung zueinander haben, stehen wir vor einem nicht linearen Problem.

Ein gutes Beispiel für ein nicht lineares Problem ist die Verwaltung eines Herstellungsprozesses in einer chemischen Fertigungsanlage. Angenommen, einige chemische Ausgangsprodukte sollen vermischt werden, um ein chemisches Produkt zu erhalten. Die Stärke dieser Reaktion könnte vielleicht auf nicht lineare Weise von der Menge der verfügbaren Ausgangsprodukte abhängen. Es wird wahrscheinlich irgendwann ein Punkt erreicht, an dem der Katalysator gesättigt ist und zusätzliche Edukte nicht mehr wirkungsvoll sind.

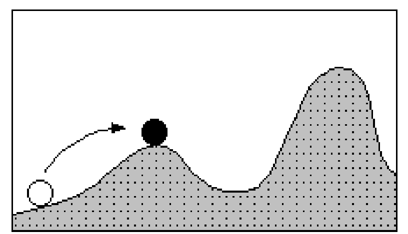
Folgendes Diagramm zeigt diesen Zusammenhang:



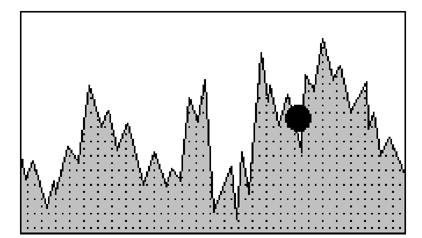
Falls wir nur nach der Minimalmenge an Reaktanz suchen, die uns die höchste Reaktionsgeschwindigkeit bringt, können wir an einem beliebigen Punkt auf dem Diagramm starten und dann der ansteigenden Kurve folgen, bis wir die Spitze erreichen. Diese Methode der Problemlösung nennt man Hill-Climbing.

Durch Hill-Climbing kann immer die beste Antwort gefunden werden, wenn a) die untersuchte Funktion eine Abgleichsfunktion ist und b) die anfänglichen variablen Werte dafür sorgen, dass am Fuße des höchsten „Hügels" begonnen wird. Wenn eine dieser Bedingungen nicht eingehalten wird, kann Hill-Climbing leicht nur zu einer lokalen und keiner globalen Lösung führen.

Hochgradig nicht lineare Probleme, die oft in der Praxis vorkommen, bieten viele mögliche Lösungen quer über eine komplizierte Landschaft hinweg. Wenn ein Problem viele Variablen enthält oder wenn die betreffenden Formel sehr stör- oder kurvenintensiv sind, ist Hill-Climbing wahrscheinlich nicht geeignet, das Problem zu lösen, selbst wenn Hunderte von verschiedenen Startpunkten ausprobiert werden. Wahrscheinlich wird nur eine nicht sehr optimale sowie sehr lokale Lösung gefunden (siehe nachstehende Abbildung).

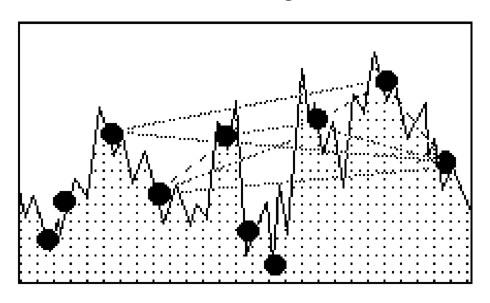


Durch Hill-Climbing wird das lokale, aber nicht das globale Maximum gefunden.



Störintensive Daten: Hill-Climbing ist bei solchen Daten nicht wirksam, selbst wenn mehrere Versuche unternommen werden.

RISKOptimizer und Evolver (das Tool von Palisade für unwahrscheinliche Optimierung) verwenden kein Hill-Climbing. Stattdessen verwenden sie eine stochastische, globale Optimierungsmethode: den gentechnischen Algorithmus und das OptQuest-System. Dadurch ist RISKOptimizer in der Lage, im Lösungsraum eines Problems viele Eingabewertkombinationen zu untersuchen, ohne dabei an einem lokalen Optimum hängenzubleiben. Durch diese Methoden werden die Informationen über vorhergehend versuchte Lösungen im PC-Speicher beibehalten. Mithilfe dieser Informationen kann dann besser erraten werden, welche Szenarien wahrscheinlich erfolgreich sein werden.



RISKOptimizer generiert viele mögliche Szenarien und erweitert dann die Suche auf Basis des erhaltenen Feedbacks.

Tabellenbasierte Probleme

Für viele Probleme sind Verweistabellen und Datenbanken erforderlich. Um die Mengen der verschiedenen zu kaufenden Materialien auszuwählen, muss beispielsweise vielleicht der Preis für die verschiedenen Mengen nachgeschlagen werden.

Durch Tabellen und Datenbanken werden Probleme diskontinuierlich (uneben). Dadurch ist es dann für Hill-Climbers, wie z. B. den GRG-Algorithmus von Solver, recht kompliziert, optimale Lösungen zu finden. In Excel 2010 wurde daher die Lösungsmethode „Evolutionary" hinzugefügt, um auch komplizierte Optimierungen zu ermöglichen. Gleich von erster Version an ist in Evolver und RISKOptimizer die Methode „Evolutionary/Genetic" verfügbar gewesen, um auch kompliziertere Probleme lösen zu können. In der Version 6 wurde das Optimierungssystem **OptQuest** hinzugefügt, um hoch entwickelte Methoden bei komplizierteren Optimierungen zur Verfügung zu haben. Auch ist es bei Palisade-Produkten für den Benutzer nicht erforderlich, das Problem als „kompliziert" (non-smooth) zu identifizieren. Die Optimierungsmethoden in der Palisade-Software können sehr gut für einfache und auch komplizierte Probleme verwendet werden (was bei der standardmäßigen Solver-Option GRG nicht der Fall ist).

Kombinatorische Probleme

Es gibt eine umfangreiche Klasse von Problemen, die ganz anders als die bisher untersuchten numerischen Problemen sind. Probleme, bei denen für die Ausgaben die Reihenfolge der vorhandenen Eingabevariablen oder Untergruppierungen von Eingaben geändert werden müssen, werden kombinatorische Probleme genannt. Diese Probleme sind gewöhnlich sehr schwierig zu lösen, da für sie oft Exponentialzeit erforderlich ist. Mit anderen Worten, die zum Lösen eines Problems mit 4 Variablen erforderliche Zeit könnte evtl. durch 4 x 3 x 2 x 1 ausgedrückt werden. Wenn dann die Variablen auf 8 verdoppelt werden, erhöht sich dadurch die Lösungszeit auf 8 x 7 x 6 x 5 x 4 x 3 x 2 x 1 oder um einen Faktor von 1680. Das heißt, die Anzahl der Variablen verdoppelt sich, aber die Anzahl der zu untersuchenden möglichen Lösungen erhöht sich gleich 1680-mal. Die Schlagmannaufstellung für ein Baseballteam stellt ein kombinatorisches Problem dar. Aus den 9 Spielern können Sie einen als den ersten Schlagmann auswählen. Aus den verbleibenden 8 Spielern muss dann der zweite Schlagmann, aus den übrigen 7 Spielern der dritte Schlagmann usw. ausgewählt werden. Es sind somit 9x8x7x6x5x4x3x2x1, d h. 9 faktorielle Möglichkeiten vorhanden, die Schlagmannaufstellung vorzunehmen. Das sind ungefähr ***362.880*** verschiedene Anordnungen. Wenn Sie dann die Anzahl der Spieler verdoppeln, erhalten Sie 18 faktorielle mögliche Aufstellungen oder insgesamt ***6.402.373.705.000.000*** mögliche Aufstellungen!

RISKOptimizer sowie der gentechnische Algorithmus von Evolver und OptQuest sind in der Lage, die möglichen Permutationen auf intelligente Weise zu durchsuchen. Das ist erheblich praktischer als das Durchsuchen *sämtlicher* Möglichkeiten und auch effizienter als das Untersuchen von rein zufälligen Permutationen. Unteranordnungen von guten Szenarien können beibehalten und dann zur Erstellung von noch besseren Szenarien verwendet werden.

Gentechnische Algorithmen

Einführung

In RISKOptimizer werden gentechnische Algorithmen als eine der Optimierungsmethoden verwendet. Die hier verwendeten gentechnischen Algorithmen sind entsprechend angepasste Algorithmen aus dem Evolver, bei dem es sich um ein Optimierungs-Add-In von Palisade Corporation für das Excel-Programm handelt. Dieses Kapitel enthält Hintergrundinformationen über gentechnische Algorithmen, um Ihnen Einblicke in die Verwendung dieser Algorithmen zur Optimierung von Simulationsmodellen zu gewähren.

Entwicklung

Die ersten gentechnischen Algorithmen wurden zu Beginn der 1970er Jahre durch John Holland an der University of Michigan entwickelt. Holland war sehr beeindruckt von der Leichtigkeit, mit der biologische Systeme Aufgaben ausführen konnten, die selbst für die leistungsstärksten Supercomputer unmöglich waren: Tiere können beispielsweise fehlerlos Gegenstände erkennen, Geräusche wahrnehmen und deuten sowie ganz allgemein fast unverzüglich durch eine dynamische Umgebung navigieren.

Seit Jahrzehnten versuchen Wissenschaftler, diese Fähigkeiten in Maschinen zu replizieren, aber allmählich erkennen wir, wie schwierig diese Aufgabe ist. Die meisten Wissenschaftler sind sich darüber einig, dass komplexe biologische Systeme, die diese Fähigkeiten aufweisen, sich langsam dazu entwickelt haben.

Evolutionstheorie

Evolution, so die Theorie, hat Systeme mit enormen Fähigkeiten entwickelt, und zwar durch relativ einfache, sich selbst replizierende Bausteine sowie einige einfache Regeln.

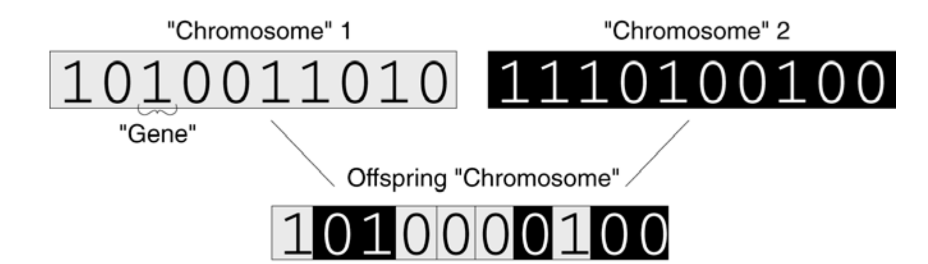
1) Evolution findet auf der Chromosom-Ebene statt. Der Organismus als solcher bildet sich nicht heraus, sondern dient nur als Gefäß zum Fortpflanzen der Genen. Es sind die Chromosomen, die sich bei jeder Neuanordnung der Genen dynamisch ändern.

2) Die Natur neigt dazu, bevorzugt Kopien von Chromosomen zu generieren, die einen fitteren oder gesünderen Organismus erzeugen. Bei einem langlebigen und gesunden Organismus ist es wahrscheinlicher, dass seine Genen durch Vermehrung an neue Generationen von Organismen weitergereicht werden. Dieses Prinzip wird oft als „natürliche Auslese“ oder „Selektion des Stärkeren“ des bezeichnet. In diesem Sinne ist „Stärkerer“ aber nur ein relativer Begriff. Ein Organismus braucht nur im Vergleich zu anderen Organismen in derselben Population stärker zu sein, um sich durchzusetzen.

3) In der Population muss die genetische Vielfalt beibehalten werden. In der Natur ereignen sich häufig scheinbar zufällige Mutationen, durch die Organismusvariationen erhalten bleiben. Diese genetischen Mutationen ergeben oft eine nützliche oder sogar überlebenswichtige Genenänderung in der Gattung. Bei einem breiteren Spektrum möglicher Kombinationen ist eine Population auch weniger anfällig in Bezug auf Krankheiten, wie z. B. Viren usw., die alle Organismen töten könnten, oder in Bezug auf andere Inzuchtprobleme.

Sobald wir die Evolution in diese grundlegenden Bausteine unterteilen, wird es leichter, diese Techniken auch auf die Rechenwelt anzuwenden und damit zu beginnen, natürlicher reagierende und funktionierende Maschinen in Angriff zu nehmen.

Holland begann, diese Evolutionseigenschaften auf einfache Zahlenfolgen anzuwenden, die Chromosomen darstellen sollten. Als Erstes kodierte er dieses Problem in Form von binären Zeichenfolgen (d. h. Zeilen von Einsen und Nullen), um die Chromosomen darzustellen, und generierte auf dem Computer viele dieser Bit-Zeichenfolgen, um eine ganze Population davon zu erzeugen. Dann programmierte er eine Fitnessfunktion, die in der Lage war, die einzelnen Bit-Strings auszuwerten und in Rangkorrelation zu bringen. Die als „am fittesten“ betrachteten Strings tauschten anschließend Daten mit anderen Strings aus, und zwar durch Kreuzungs- oder „Crossover“-Routinen, um Nachwuchs-Bit-Strings zu generieren. Holland wandte sogar einen „Mutations-Operator“ auf seine digitalen Chromosomen an, um die sich daraus ergebenden Nachwuchschromosomen mit einem gewissen Zufallsfaktor zu versehen und somit die genetische Vielfalt in der Population zu erhalten. Diese Fitnessfunktion sollte dem Tod in der biologischen Welt entsprechen und mit anderen Worten entscheiden, welche Zeichenfolgen fit genug zum „Fortpflanzen“ waren und welche aus dem Speicher entfernt werden sollten.



Durch das Programm wurde eine gewisse Anzahl dieser „Chromosomen“ weiterhin gespeichert und diese gesamte Population an Zeichenfolgen entwickelte sich dann weiter, bis dadurch die Fitnessfunktion maximiert wurde. Dieses Ergebnis wurde dann dekodiert, um zu den Originalwerten zurückzukommen und die Lösung anzuzeigen. John Holland ist immer noch ein aktiver Pionier auf diesem Gebiet, aber hat jetzt Hunderte von Wissenschaftlern und Gelehrten um sich geschart, die einen Großteil ihrer Zeit damit verbringen, an dieser vielversprechenden Alternative zu herkömmlicher linearer Programmierung sowie zu traditionellen mathematischen und statistischen Techniken zu arbeiten.

Der ursprünglich von Holland entwickelte gentechnische Algorithmus war recht einfach, aber überraschend robust, und war daher in der Lage, optimale Lösungen für eine Vielfalt von Problemen zu finden. Durch viele benutzerdefinierte Programme, die sich nicht viel von diesem ursprünglichen gentechnischen Algorithmus unterscheiden, werden heutzutage sehr umfangreiche und komplexe Realprobleme gelöst.

Neuzeitliche Anpassungen von gentechnischen Algorithmen

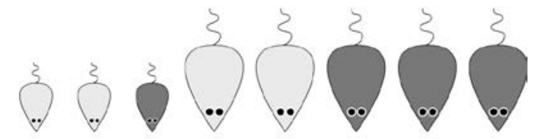
Mit zunehmendem Interesse in akademischen Kreisen und zunehmender Rechnerleistung in regulären Desktop-PCs wurde durch Standardprogramme wie Microsoft Windows und Excel das Entwerfen und Verwalten von komplexen Modellen erheblich leichter. Die Verwendung von Realzahlen anstelle von Darstellung durch Bit-Zeichenfolgen beseitigte das komplizierte Kodieren und Dekodieren von „Chromosomen“.

Die Beliebtheit des gentechnischen Algorithmus wächst heutzutage exponentiell und diesbezügliche Lehrgänge, Bücher und Artikel in Magazinen sowie auch fachkundige Berater sind plötzlich überall zu finden. Die „International Conference of Genetic Algorithms“ wirft den Blick bereits auf praktische Anwendungen, was ein Zeichen dafür ist, dass dieser Algorithmus eine Marktreife erreicht hat, von der andere die künstliche Intelligenz betreffende Techniken nur träumen können. Viele Fortune 500-Unternehmen arbeiten laufend mit gentechnischen Algorithmen, um Realprobleme zu lösen, und zwar angefangen von Maklerfirmen, Kraftwerken und Telefongesellschaften bis hin zu Restaurantketten, Kraftfahrzeughersteller und Fernsehstationen. Es ist sehr gut möglich, dass auch Sie bereits indirekt irgendeinen gentechnischen Algorithmus verwendet haben!

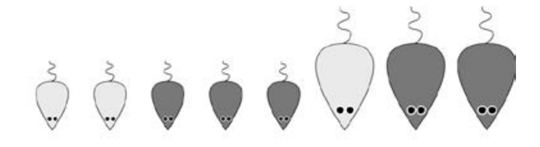
Ein biologisches Beispiel

Hier ist ein einfaches Beispiel von Evolution in der biologischen Welt (in engem Rahmen).. Mit „Evolution" meinen wir dabei irgendeine Änderung in der Verteilung oder Häufigkeit von Genen in einer Population. Das Interessante an der Evolution ist natürlich, dass sie zu Populationen führt, die sich ständig ihrer Umwelt anpassen.

Angenommen, wir haben es mit einer Population von Mäusen zu tun. Diese Mäuse kommen in zwei Größen (klein und groß) und in zwei Farben (hell und dunkel). Sagen wir, unsere Population besteht aus folgenden acht Mäusen:



Eines Tages erscheinen Katzen in der Nachbarschaft, die sofort über die Mäuse herfallen. Es ergibt sich jedoch, dass dunklere und kleinere Mäuse schlechter durch die Katzen aufgespürt werden können. Daher besteht nicht für alle Mäuse die gleiche Gefahr, vor der Vermehrung oder Fortpflanzung gefressen zu werden. Das wirkt sich auf die nächste Generation der Mäuse entsprechend aus. Vorausgesetzt, dass die alten Mäuse bald nach der Fortpflanzung sterben, wird die nächste Generation der Mäuse wie folgt aussehen:



Wie zu sehen, ist es für große, für helle und besonders auch für große helle Mäuse schwierig, vor der Fortpflanzung nicht gefressen zu werden. Das setzt sich auch in der nächsten Generation fort.

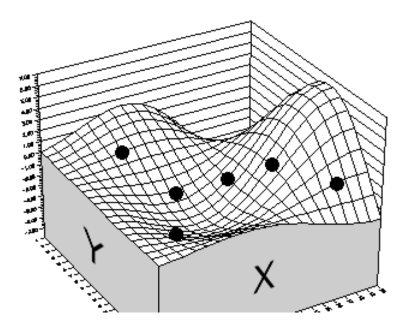


Jetzt besteht die Population fast nur noch aus kleinen, dunklen Mäusen, weil diese in ihrer Umwelt besser überleben können als die anderen Mausarten. Ähnlich passiert es auch mit den Katzen. Weil diese bei weniger Mäusen jetzt hungrig werden, sind solche mit einer Vorliebe für Gras vielleicht besser für ihre neue Umwelt adaptiert und können ihre entsprechenden Genen an eine neue Katzengeneration weitergeben. Dies ist das Zentralkonzept der „natürlichen Auslese“. Vielleicht sollte man besser sagen: „Erfolgreichen Überleben bis zur Fortpflanzung“. Von der Evolutionslehre her gesehen, ist es nutzlos, der gesündeste „Junggeselle“ in der Population zu sein, da die Genen sich ohne Fortpflanzung nicht auf zukünftige Generationen auswirken können.

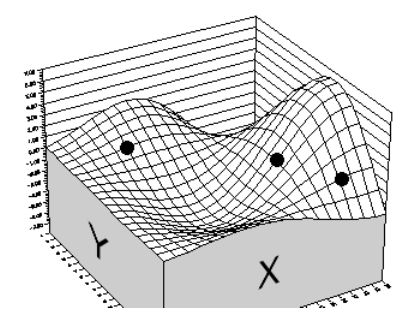
Eine digitales Beispiel

Angenommen, wir haben ein Problem mit zwei Variablen (*x* und *y*), die das Ergebnis *z* ergeben. Sofern wir das Ergebnis *z* für jeden möglichen *x*- und *y*-Wert berechnen und aufzeichnen, wird sich daraus eine entsprechende „Lösungslandschaft“ ergeben. Da wir nach dem maximalen *z* suchen, sind die Spitzen im Diagramm „gute“ und die tiefen Täler „schlechte“ Lösungen.

Wenn wir einen gentechnischen Algorithmus dazu verwenden, die Funktion zu maximieren, beginnen wir damit, dass wir wahlfrei mehrere mögliche Lösungen oder Szenarien (die schwarzen P:unkte) erstellen und nicht nur einen einzigen Anfangspunkt. Anschließend berechnen wir die Funktionsausgabe für die einzelnen Szenarios und stellen jedes Szenario als Punkt grafisch dar. Als Nächstes bringen wir die Szenarien in Rangkorrelation , und zwar nach Höhenlage (angefangen mit dem besten bis hin zum schlechtesten). Wir behalten dann die oberste Hälfte dieser Szenarien und verwerfen die anderen.



Zuerst die gesamte „Population“ der möglichen Lösungen erstellen. Einige werden besser sein (d. h. höher liegen) als andere.

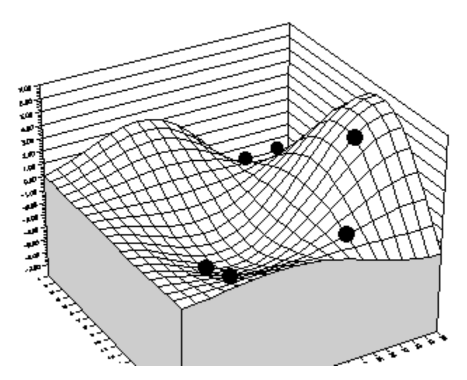


Als Nächstes erstellen wir eine Rangordnung der Lösungen und behalten dann nur die besseren von ihnen.

Die noch verbleibenden drei Szenarien kopieren sich, sodass wir wieder insgesamt sechs Szenarien erhalten. Aber jetzt kommt der interessante Teil: Jedes der sechs Szenarien besteht aus zwei anpassbaren Werten (grafisch dargestellt als ***x***- und ***y***-Koordinaten). Die Szenarien paaren sich rein zufällig. Jetzt tauscht jedes Szenario den ersten der zwei anpassbaren Werte gegen den entsprechenden Wert seines Partners aus. Beispiel:

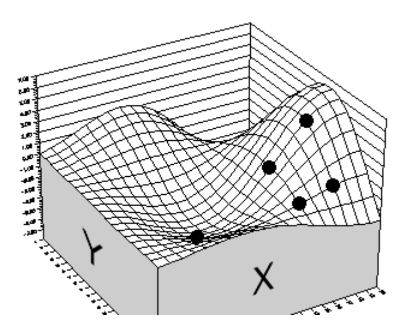
	Vorher	Nachher
Szenario 1	3,4; 5.,0	2,6; 5,0
Szenario 2	2,6; 3,2	3,4; 3,2

Dieser Vorgang wird „Crossing-over“ oder ***Crossover*** genannt. Wenn unsere sechs Szenarien sich wahlfrei paaren und das Crossover durchführen, erhalten wir vielleicht einen neuen Satz an Szenarien, der wie folgt aussieht:



In dem vorstehenden Beispiel gehen wir davon aus, dass die ursprünglichen drei Szenarien (a, b und c) sich mit den Duplikaten (A, B und C) gepaart haben und daraus die Paare aB, bC und bA entstanden sind. Von diesen Paaren wurden dann die Werte für die erste anpassbare Zelle ausgetauscht. Das entspricht in unserem Diagramm dem Austausch der ***x***- und ***y***-Koordinaten zwischen den Punktpaaren. Mit anderen Worten, unsere Szenarien-Population hat jetzt gerade eine Generation durchlebt, und zwar einschließlich Todes- und Geburtszyklus.

Wie Sie sehen, ergeben einige der neuen Szenarien eine geringere Ausgabe (niedrigere Höhenlage) als in der ursprünglichen Generation. Ein Szenario befindet sich jetzt jedoch ganz oben auf dem höchsten Hügel und zeigt damit einen Fortschritt an. Wenn wir die Population durch eine weitere Generation gehen lassen, haben wir vielleicht folgendes Bild:



Sie können sehen, wie die durchschnittliche Performance der Szenarien-Population sich im Laufe der letzten Generation verbessert hat. In diesem Beispiel ist nicht mehr viel Raum für weitere Verbesserung. Das hat seinen Grund darin, dass nur zwei Genen pro Organismus vorhanden sind, d. h. insgesamt nur sechs Organismen, und keine Möglichkeit besteht, neue Genen zu erzeugen. Das bedeutet, dass wir nur einen begrenzten ***Genpool*** zur Verfügung haben. Der Genpool setzt sich aus allen Genen der Organismen in der Population zusammen.

Gentechnische Algorithmen können erheblich leistungsstärker gemacht werden, indem mehr von der Stärke der eigentlichen biologischen Evolution kopiert wird. Das heißt, es sollte die Anzahl der Genen pro Organismus sowie auch die Anzahl der Organismen in der Population erhöht werden. Außerdem sollten hin und wieder zufällige Mutationen möglich sein. Des Weiteren sollten wir die zum Überleben bestimmten Szenarien mehr so wie in der Natur auswählen: d. h. mit einem Zufallselement, das solche Szenarien bei der „Fortpflanzung“ leicht bevorzugt, die Überdurchschnittliches leisten, anstelle von solchen, die an der Spitze stehen (selbst der größte und stärkste Löwe kann vom Blitz getroffen werden)!

Alle diese Techniken stimulieren die genetische Verfeinerung und tragen zur Vielfalt im Genpool bei. Dadurch werden alle Arten von Genen verfügbar gehalten, für den Fall, dass sie evtl. in verschiedenen Kombinationen recht nützlich sein könnten. RISKOptimizer implementiert ganz automatisch alle diese Techniken.

OptQuest

Einführung

Im OptQuest-System wird metaheuristische Optimierung dazu verwendet, die Suche nach besseren Lösungen über den Such-Algorithmus vorzunehmen. Durch dieses System wird festgehalten, welche Lösungen am besten funktionierten, und solche Lösungen werden dann neu kombiniert, um noch bessere Lösungen zu generieren. Außerdem wird durch diese Methode vermieden, dass sich das System in lokalen Lösungen verfängt oder durch ungewisse Modelldaten vom rechten Weg abkommt. Durch das OptQuest-System werden Tabusuche, Streusuche, lineare Programmierung und neutrale Netzwerke zu einem einzigen kombinierten Optimierungsalgorithmus vereint, der maximale Effizienz beim Identifizieren von neuen Szenarien ermöglicht.

Lineare Beschränkungen

Durch OptQuest können Lösungen generiert werden, die fast immer allen angegebenen linearen Beschränkungen entsprechen, sodass keine Zeit durch die Auswertung ungültiger Lösungen verloren geht. (Mitunter kommt es vor, dass durch OptQuest eine Lösung generiert wird, die irgendeiner linearen Beschränkung nicht genau entspricht, da vielleicht der Computer nicht in der Lage ist, Berechnungen mit unendlicher Genauigkeit auszuführen.

Product Mix with Uncertainty 1.xls ist ein Beispiel dafür, wie lineare Beschränkungen durch OptQuest gehandhabt werden. Alle Beschränkungen in diesem Beispiel sind linearer Art und alle durch OptQuest generierten Lösungen werden daher gültige Lösungen sein. Genauer genommen, wird in der beschränkten Zelle durch die Formel „SumProduct“ eine lineare Funktion der anpassbaren Zellen zum Ausdruck gebracht. Andere beschränkte Zellen sind ebenfalls linear gesehen von den anpassbaren Zellen abhängig.

Nicht lineare Beschränkungen

Durch OptQuest können nicht lineare Beschränkungen effizient gehandhabt werden, und zwar einschließlich von Situationen, in denen die ursprünglichen Werte der anpassbaren Zellen ungültig sind (d. h. nicht den angegebenen Beschränkungen entsprechen). Bei dem gentechnischen Algorithmus ist es in der Regel erforderlich, dass die ursprünglichen Werte der anpassbaren Zellen den Beschränkungen entsprechen. Falls die ursprüngliche Lösung ungültig ist, sucht „ConstraintSolver" nach einer gültigen Lösung, um für einen Anfangspunkt für die Optimierung mittels gentechnischem Algorithmus zu sorgen. OptQuest erfordert nicht die Verwendung von ConstraintSolver. Falls die ursprüngliche Lösung ungültig ist, beginnt OptQuest evtl. die Optimierung damit, eine Reihe von ungültigen Lösungen zu generieren. Dadurch erfasst das Programm jedoch Informationen darüber, um wie viel die einzelnen Lösungen von den Beschränkungen abweichen. Der Zweck dieser Routine ist, auf diese Weise möglichst zu gültigen Lösungen zu kommen.

RISKOptimizer-Extras

Hinzufügung von Beschränkungen

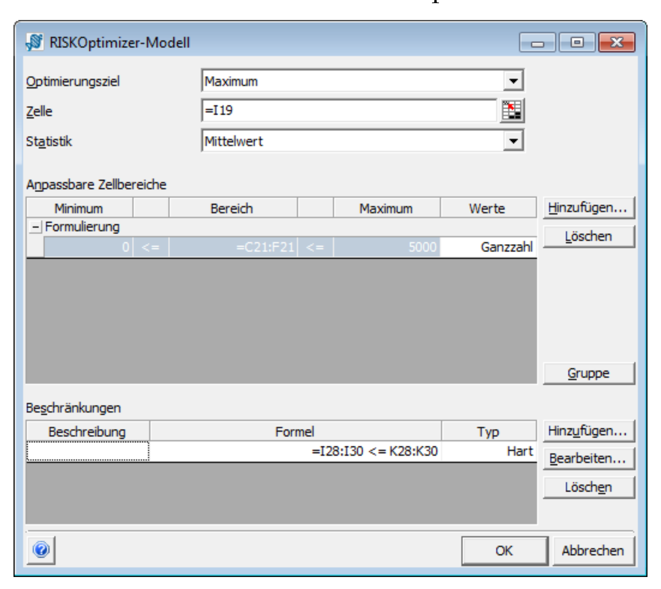
Realistischen Problemen sind oft mehrere Beschränkungen auferlegt, die beim Suchen nach optimalen Antworten berücksichtigt werden müssen. Im Lernprogrammbeispiel **Fluggesellschaftseinnahmenverwaltung** ist z. B. durch die Beschränkung festgelegt, dass die Wahrscheinlichkeit eines Profits von mehr als $15000 größer als 5 % sein soll.

Wenn ein Szenario in einem Modell alle Beschränkungen ordnungsgemäß berücksichtigt, wird von einer funktionsfähigen oder „gültigen“ Lösung gesprochen. Mitunter ist es schwierig, eine funktionsfähige oder gar eine optimal funktionsfähige Lösung zu finden. Der Grund ist dann vielleicht, dass das Problem zu komplex ist und es nur wenige funktionsfähige Lösungen gibt oder aber, dass das Problem zu spezifiziert ist (d. h. zu viele Beschränkungen oder sich widersprechende Beschränkungen hat) und daher keine funktionsfähigen Lösungen möglich sind.

Es gibt drei elementare Arten von Beschränkungen: ***Bereichs***beschränkungen, bei denen es sich um Min-Max-Bereiche für anpassbare Zellen handelt, ***harte*** Beschränkungen, die immer eingehalten werden müssen, und ***weiche*** Beschränkungen, die möglichst berücksichtigt werden sollten, aber auch nötigenfalls unberücksichtigt bleiben können, um einen großen Fitnessvorteil zu erzielen.

Bereichsbeschränkungen

Die einfachsten harten Beschränkungen sind solche, die den Variablen als solchen auferlegt werden. Durch Einstellung eines bestimmten Bereichs für die einzelnen Variablen kann die Anzahl der möglichen Lösungen begrenzt werden, die RISKOptimizer durchsuchen wird. Dadurch wird die Suche erheblich effizienter. Sie können im Modellfenster unter „Anpassbare Zellbereiche" die MINIMUM- und MAXIMUM-Werte eingeben, um RISKOptimizer den Wertbereich anzugeben, der für die einzelnen Variablen passend ist.



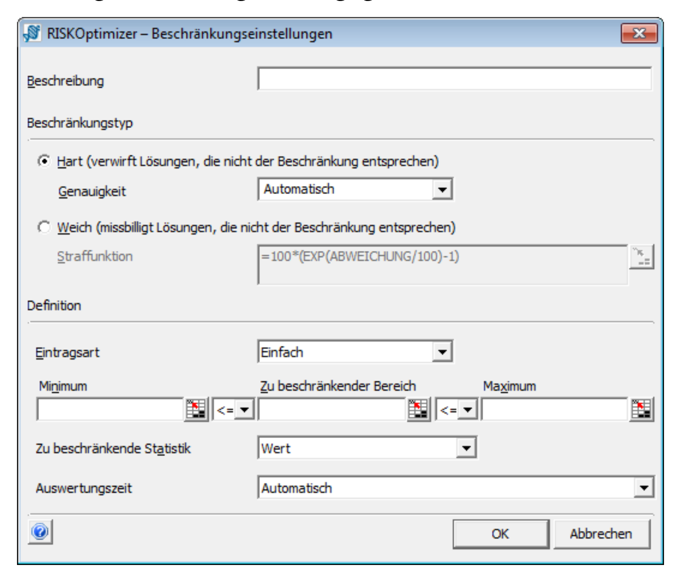
RISKOptimizer kann nur Werte zwischen 0 und 5.000 für die angegebenen Zellen ausprobieren.

Eine zweite Art von harten Beschränkungen für die Variablen ist in den einzelnen RISKOptimizer-Lösungsmethoden (Formulierung, Reihenfolge, Gruppierung usw.) integriert. Wenn beispielsweise Variablen unter Verwendung derselben Budget-Lösungsmethode angepasst werden, wird RISKOptimizer dadurch angewiesen, nur Wertesätze auszuprobieren, die denselben Betrag ergeben. Genau wie bei der Bereichseinstellung wird durch diese harte Beschränkung ebenfalls die Anzahl der zu durchsuchenden möglichen Szenarien reduziert.

Die im Dialogfeld „Modell" zu sehende Ganzzahl-Option stellt gleichfalls eine harte Beschränkung dar, durch die RISKOptimizer angewiesen wird, nur Ganzzahlwerte (1, 2, 3 usw.) anstelle von Realzahlen (1,34; 2,034 usw.) beim Anpassen der Variablen auszuprobieren.

Harte Beschränkungen – angepasst

Beschränkungen, die außerhalb der für RISKOptimizer-Variablen möglichen Beschränkungen liegen, können über das Dialogfeld „Beschränkungseinstellungen" eingegeben werden.



RISKOptimizer generiert keine Lösungen, die nicht den Bereichsbeschränkungen entsprechen. Einige der RISKOptimizer-Lösungen fallen jedoch möglicherweise außerhalb der benutzerdefinierten Beschränkungen. In solchem Fall muss die Lösung erst durch Ausführung einer Simulation ausgewertet werden, bevor sie als ungültig verworfen werden kann. Durch das OptQuest-System werden jedoch alle linearen Beschränkungen als variable Bereichsbeschränkungen behandelt. Es werden keine Lösungen generiert, die nicht der betreffenden Beschränkung entsprechen. Eine Beschränkung, durch die angegeben wird, das eine Gruppe von anpassbaren Zellen eine feste Summe ergeben muss, wird beispielsweise als lineare Beschränkung angesehen. Eine solche Beschränkung entspricht der in die Lösungsmethode **Budget** integrierten Beschränkung. Mit anderen Worten, anstatt der Methode **Budget** kann der Benutzer die Methode **Formulierung** wählen und dann eine geeignete lineare Beschränkung angeben.

Iterationsbeschränkungen im Vergleich zu Simulationsbeschränkungen

In *RISKOptimizer* können harte Beschränkungen **1) bei jeder Iteration der Simulation einer Probelösung (Iterationsbeschränkung)** oder **2) am Ende der Simulation einer Probelösung (Simulationsbeschränkung) ausgewertet werden.**

- Eine **Iterationsbeschränkung** ist eine Beschränkung, die bei jeder Iteration einer Simulation der gegebenen Probelösung ausgewertet wird. Wenn eine Iteration irgendwelche Werte ergibt, die gegen die harte Beschränkung verstoßen, wird die Probelösung zurückgewiesen. RISKOptimizer wird die Simulation evtl. anhalten, sobald durch eine Iteration zu erkennen ist, dass die Beschränkung nicht eingehalten wird. Vielleicht wird die Simulation aber auch weiter ausgeführt, da weitere Informationen über die ungültige Lösung unter Umständen bei der Suche nach der besten Lösung behilflich sein könnten. Gewöhnlich werden Iterationsbeschränkungen nur dann verwendet, wenn sich die Werte der beschränkten Zellen während der Simulation nicht ändern.

- Eine **Simulationsbeschränkung** wird in Form einer Simulationsstatistik für eine Kalkulationstabellenzelle angegeben, z. B. als *Mean of A11>1000*. In diesem Fall wird die Beschränkung am Ende der Simulation ausgewertet. Durch eine Simulationsbeschränkung (im Gegensatz zur Iterationsbeschränkung) ist es nicht möglich, die Simulation vor Beendung anzuhalten.

Weiche Beschränkungen

Wenn ein Programm gezwungen wird, nur Lösungen zu suchen, die allen Beschränkungen voll entsprechen, werden evtl. überhaupt keine funktionsfähigen Lösungen gefunden. Oft ist es nützlicher, eine annähernd funktionsfähige Lösung zu suchen, die den meisten (aber vielleicht nicht allen) Beschränkungen entspricht.

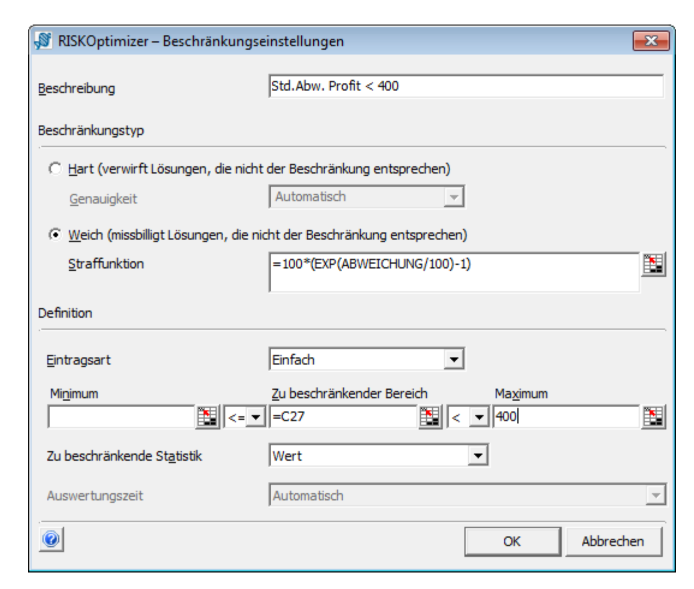
Als Alternative zur Verwendung von einzuhaltenden harten Beschränkungen kann das Problem auch neu konfiguriert werden, und zwar unter Verwendung von „weichen Beschränkungen", die RISKOptimizer dann ***möglichst einzuhalten versucht***. Diese weichen Beschränkungen sind oft realistischer und ermöglichen RISKOptimizer, eine größere Anzahl von Optionen auszuprobieren. Im Falle eines sehr beschränkten Problems (bei dem es nur wenige mögliche Lösungen gibt, die allen Ihren Anforderungen entsprechen würden), wird der gentechnische Algorithmus in RISKOptimizer wahrscheinlich schneller die beste Lösung finden, wenn Feedback über einige Lösungen vorhanden ist, die den Beschränkungen *ungefähr* entsprechen.

Wenn es sich bei den Beschränkungen um Planungsziele handelt, wie z. B. „doppelt so viele Gabeln wie Messer herstellen", ist es oft nicht so wichtig, den Beschränkungen hundertprozentig zu entsprechen, besonders wenn die Ausarbeitung eines völlig ausgeglichenen Herstellungsplans einen ganztägigen Optimierungsprozess erfordern würde. In diesem Fall ist eine gute Problemlösung, die der Beschränkung *nahezu* entspricht (z. B. Herstellungsaufteilung: 40% Gabeln, 23% Messer, 37% Löffel), gewöhnlich besser als den ganzen Tag warten zu müssen, um schließlich herauszufinden, dass vielleicht überhaupt keine hundertprozentig Lösung möglich ist, da absolut nicht *allen* Beschränkungen entsprochen werden kann.

Strafklauseln

Weiche Beschränkungen können in Excel mühelos implementiert werden, und zwar durch Verwendung von ***Strafklauseln***. Anstatt RISKOptimizer anzuweisen, bestimmte Werte bei der Lösungssuche absolut nicht zu verwenden, sollte dem Programm erlaubt werden, solche „ungültigen" Werte zu untersuchen. Aber die sich daraus ergebenden Lösungen sollten dann entsprechend „bestraft" werden. Angenommen, es soll die effizienteste Methode zur Verteilung von Material gefunden werden, mit der Beschränkung, dass nur drei Lkws verwendet werden können. Ein besseres Modell dafür würde eine Strafklausel enthalten, die die Verwendung von mehr als drei Lkws gestattet, aber dafür auch die hohen zusätzlichen Kosten mit einbezieht. Strafklauseln können im Dialogfeld „Beschränkungseinstellungen" angegeben oder auch direkt in das Modell eingegeben werden, und zwar durch Formeln, die solche Strafklauseln darstellen.

Eingabe einer Strafklausel

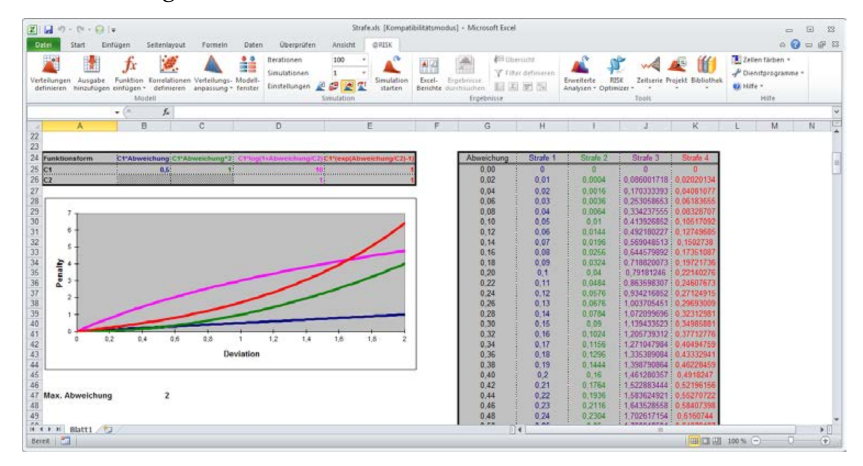


RISKOptimizer arbeitet mit einer Standardstrafklausel, die beim ersten Eingeben einer weichen Beschränkung angezeigt wird. Es kann jedoch auch irgendeine gültige Excel-Formal eingegeben werden, um die Strafpunkte zu berechnen, die bei Nichteinhaltung der weichen Beschränkung angewendet werden sollen. Die eingegebene Strafklausel sollte das Schlüsselwort deviation (Abweichung) enthalten, durch das dargestellt wird, wie viel die Beschränkung überschritten wurde. Am Ende der Simulation einer Probelösung wird durch RISKOptimizer geprüft, ob die weiche Beschränkung eingehalten wurde. Ist das nicht der Fall, wird die Höhe der Abweichung in die Strafformel eingegeben und dann berechnet, wie viele Strafpunkte auf die Simulationsstatistik für die zu minimierende oder maximierende Zielzelle anzuwenden sind.

Diese Strafpunkte werden anschließend der berechneten Statistik entweder hinzugefügt oder davon abgezogen, um diese weniger „optimal“ zu machen. Wenn beispielsweise im Dialogfeld **RISKOptimizer – Modell** im Feld *Suchen nach* die Option *Maximum* ausgewählt wurde, werden die Strafpunkte von der berechneten Zielzellenstatistik abgezogen.

Anzeige der Auswirkungen einer eingegebenen Strafklausel

RISKOptimizer enthält das Excel-Arbeitsblatt Strafklauseln und weiche Beschränkungen in RISKOptimizer.xlsx (oder .xls), das dazu verwendet werden kann, die Auswirkungen verschiedener Strafklauseln auf bestimmte weiche Beschränkungen und Zielzellenergebnisse auszuwerten.



Strafklauseln und weiche Beschränkungen in RISKOptimizer.xlsx (oder .xls) ermöglicht Ihnen, in Ihrem Modell eine weiche Beschränkung auszuwählen, deren Auswirkungen Sie analysieren möchten. Die Strafklausel kann dann geändert werden, um zu sehen, wie dadurch aus einem bestimmten Weichbeschränkungs-Nichteinhaltungswert eine spezielle Strafpunktstatistik für die Zielzelle entsteht. Wenn die weiche Beschränkung z. B. A10<100 ist, kann Strafklauseln und weiche Beschränkungen in RISKOptimizer.xlsx (oder .xls)verwendet werden, um festzustellen, was der Zielwert sein würde, wenn ein Wert von 105 für Zelle A10 berechnet werden würde.

Anzeige der angewendeten Strafpunkte

Wenn die Strafpunkte wegen einer nicht eingehaltenen weichen Beschränkung auf die Zielzelle angewendet werden, sind diese Strafpunkte im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm zu sehen. Auch werden die Strafpunktwerte in den Arbeitsblättern des Optimierungsprotokolls angezeigt, die nach der Optimierung erstellt werden können.

Eingabe von weichen Beschränkungen in das Arbeitsblatt

Strafklauseln können auch direkt in das Arbeitsblatt eingegeben werden. Durch eine Boolesche Strafklausel werden einem Szenario bestimmte Strafpunktwerte zugewiesen, wenn dieses Szenario nicht der angegebenen Beschränkung entspricht. Wenn beispielsweise der Wert in Zelle B1 (Zulieferungen) mindestens so groß wie der Wert in Zelle A1 (Nachfrage) sein soll, könnten Sie in einer anderen Zelle folgende Strafklausel erstellen: *=WENN(A1>B1, -1000, 0)*. Wenn dann das Ergebnis dieser Zelle zur Statistik der Zielzelle hinzugefügt wird, würde dadurch die Statistik der zu maximierenden Zielzelle einen Wert von 1.000 unterhalb des Realergebnisses anzeigen, sobald RISKOptimizer eine Lösung versucht, die dieser Beschränkung (d. h. Zulieferungen = Nachfrage) nicht entspricht. Jede Lösung, die nicht dieser Beschränkung entspricht, würde somit einen niedrigen Wert für die Zielzellstatistik generieren, und RISKOptimizer würde dadurch diese Organismen schließlich nicht weiter „fortpflanzen".

Sie können auch die Skalierstraffunktion verwenden, durch die eine Lösung genauer danach „bestraft" wird, wie sehr gegen die Beschränkung verstoßen wurde. Dies ist in Realität oft praktischer, denn eine Lösung, bei der die Zulieferungen nicht ganz der Nachfrage entsprechen, würde besser sein als eine Lösung, bei der die Zulieferungen weit unter der Nachfrage liegen. Durch eine einfache Skalierstraffunktion wird die absolute Differenz zwischen dem Zielwert und dem aktuellen Wert der Beschränkung berechnet. Wenn beispielsweise bei dem gleichen Problem A1 (Nachfrage) nicht höher als B1 (Zulieferungen) sein darf, könnte folgende Strafklausel zugewiesen werden: *=WENN(A1>B1, (A1-B1)^2, 0)*. Durch diese Art von Strafklausel wird gemessen, um wie viel die Beschränkung nicht eingehalten wird. Diese Differenz wird dann durch Quadrieren aufgebauscht. Dadurch ändert sich dann die Strafe danach, wie sehr eine Lösung gegen die Beschränkung verstößt.

Weitere Beispiele von Strafklauseln

Angenommen, Sie haben ein Fertigungsmodell erstellt, und zwar mit der Beschränkung, dass genau soviel Holz wie Kunststoff verwendet werden soll. Dieser Beschränkung wird entsprochen, wenn „MengeHolz" = „MengeKunststoff" ist. Da wir Lösungen finden wollen, bei denen genauso viel Holz wie Kunststoff verwendet wird, erstellen wir eine Strafklausel, die Lösungen davon abhalten soll, von unserem Ziel abzuweichen Durch die Formel „=ABS(MengeHolz-MengeKunststoff)" wird die absolute (positive) Differenz zwischen verwendeter Menge an Holz und Kunststoff berechnet. Mittels Funktion ABS() erhalten wird denselben Strafwert, ganz gleich, ob MengeHolz um 20 größer als MengeKunststoff oder MengeKunststoff um 20 kleiner als MengeHolz ist. Wenn wir dann das Modell optimieren, ist es unser Ziel, den Mittelwert der Simulationsergebnisse dieser absoluten Differenz zu minimieren.

Angenommen, wir bürden der Lösung stattdessen folgende Beschränkung auf: Es muss doppelt so viel Holz wie Kunststoff verwendet werden. Die Strafklausel würde dann wie folgt aussehen:

=ABS(MengeHolz-MengeKunststoff*2)

Eine andere mögliche Beschränkung könnte sein, dass ***nicht weniger als*** doppelt so viel Holz wie Kunststoff verwendet werden soll. Während beim vorherigen Beispiel eine Strafe bei zu viel Holz auferlegt wurde, geht es hier nur darum, dass genügend Holz vorhanden sein muss. Selbst wenn hier MengeHolz zehnmal so groß wie MengeKunststoff ist, würden sich daraus keine Strafpunkte ergeben. Die entsprechende Strafklausel würde wie folgt aussehen:

=WENN(MengeHolz<MengeKunststoff*2,
ABS(MengeKunststoff*2-MengeHolz),0)

Sofern MengeHolz mindestens doppelt so groß wie MengeKunststoff ist, wird durch die Strafklausel der Wert 0 zurückgegeben. Andernfalls misst die Funktion, um wie viel geringer als doppelt der Wert für MengeHolz im Vergleich zu MengeKunststoff ist.

Verwendung von Strafklauseln

Nachdem Sie in Ihrem Modell Strafklauseln erstellt haben, die die weichen Beschränkungen beschreiben, können Sie diese Klauseln in die normale Zielzellformel einfügen, um so eine beschränkte Zielzellformel zu erhalten. Wenn in dem nachstehenden Beispiel in Zelle C8 die Gesamtkosten eines Projekts berechnet werden und die Zellen E3:E6 fünf Strafklauseln enthalten, können Sie in Zelle C10 z. B. eine Formel wie =SUM(C8; E3:E6) erstellen.

C10 | =SUMME(C8;E3:E6)

	A	B	C	D	E
1		**Projektkosten**			
2			4.500		Beschränkungen
3			300		25
4			46.500		30
5			1.200		12
6			24.300		80
7			76.800		
8		**Gesamt**	**153.600**		
9					
10			153.747		

Eine Zelle erstellen, durch die die Beschränkungen zum Gesamtwert hinzugefügt werden und der Mittelwert der Simulationsergebnisse für diese Zelle minimiert wird.

Hierdurch werden die Strafpunkte in Spalte E zu den Kosten in C8 hinzugefügt, um so die mit Strafpunkten versehene Kostenfunktion in C10 zu erhalten. Wenn es sich hier um ein Maximierungsproblem handeln würde, würden die Strafpunkte nicht zur ursprünglichen Zielzelle hinzugezählt, sondern davon abgezogen. Bei Verwendung von RISKOptimizer brauchen Sie dagegen nur diese beschränkte Zelle C10 als die neue Zielzelle auswählen, deren Simulationsstatistik optimiert werden soll.

Wenn RISKOptimizer versucht, eine beschränkte Statistik für die Zielzelle zu optimieren, steuern die Strafklauseln die Suche in Richtung der Szenarien, die den Beschränkungen entsprechen. Schließlich wird RISKOptimizer dann zu Lösungen kommen, die gute Antworten darstellen und fast allen Beschränkungen genau entsprechen (d. h. die Strafklauseln werden Werte zeigen, die nahe an 0 liegen).

Mehrfache Zielprobleme

Im Zielzellenfeld von RISKOptimizer kann nur eine Zelle angegeben werden, aber Sie können trotzdem mit mehreren Zielen arbeiten, indem Sie eine Funktion erstellen, durch die zwei Zielwerte zu einem Zielwert zusammengeführt werden. Angenommen, Sie sind ein Kunststoffwissenschaftler und versuchen, eine Substanz zu entwickeln, die flexibel, aber auch sehr haftbar ist. Durch Ihr Modell werden Haltbarkeit, Flexibilität und Gewicht berechnet, die sich aus verschiedenen chemischen Kombinationen ergeben würden. Die anpassbaren Variablen des Problems bestehen aus den zu verwendenden Mengen der einzelnen Chemikalien.

Da Sie die Haltbarkeit der Substanz (Zelle S3), aber auch deren Flexibilität (Zelle F3) maximieren möchten, würden Sie in diesem Fall eine neue Zelle erstellen, die folgende Formel enthält: =(S3+F3). Das würde dann Ihre neue Zielzelle sein und je höher dieser Wert steigt, desto besser die Gesamtlösung.

Falls Flexibilität wichtiger als Haltbarkeit ist, könnten wir die Formel in der Zielzelle auch auf =(S3+(F3*2)) ändern. Dadurch würden Szenarien, die die Flexibilität in bestimmter Weise erhöhen würden, besser aussehen (d. h. eine höher Fitnesswertung ergeben) als Szenarien, die nur die Haltbarkeit entsprechend erhöhen.

Wenn Sie die Haltbarkeit der Substanz (Zelle S5) maximieren, aber gleichzeitig das Gewicht der Substanz (Zelle W3) minimieren möchten, würden Sie eine neue Zelle mit folgender Formel erstellen: =(S5^2)-(W5^2). Diese Formel würde einen höheren Wert für „haltbar und leicht“ und einen niedrigeren Wert für „haltbar und schwer“ sowie gleichermaßen durchschnittliche Werte für „nicht so haltbar, aber leicht“ und „haltbar, aber schwer“ ergeben. Sie würden daher diese neue Zelle als die Zielzelle verwenden und deren Mittelwert so maximieren, dass möglichst beide Zielwerte erreicht werden.

Optimierungsbeschleunigung

- Die Geschwindigkeit von RISKOptimizer hängt direkt von der Geschwindigkeit des Prozessors in Ihrem Computer ab. Wenn Sie die Geschwindigkeit des Prozessors verdoppeln, ist RISKOptimizer in der Lage, in derselben Zeit doppelt so viele Versuche auszuwerten.

- Die Geschwindigkeit von RISKOptimizer hängt direkt von der Geschwindigkeit des Prozessors in Ihrem Computer ab. Ein Pentium/200-Prozessor ist ungefähr doppelt so schnell wie ein Pentium/100-Prozessor. Das bedeutet, dass RISKOptimizer doppelt so viele Auswertungen in derselben Zeit vornehmen kann, wenn Sie mit einem Pentium/200 anstatt mit einem Pentium/100 arbeiten.

- Probieren Sie verschiedene Simulationsanhaltebedingungen aus. Eine Modell sollte anfangs mit nur wenigen Iterationen pro Simulation ausprobiert werden.

- Sie sollten möglichst nicht im Fenster neu zeichnen. Das Darstellen von Diagrammen und Nummern auf dem Bildschirm erfordert viel Zeit; mitunter mehr als 50% der Zeit, die für das gesamte Optimieren erforderlich ist! Wenn Sie Diagramme oder Grafiken auf dem Arbeitsblatt haben, dauert dadurch das Neuberechnen erheblich länger. Sie können Excel veranlassen, sich nicht mit grafischer Darstellung zu befassen, während RISKOptimizer mit der Lösung eines Problems beschäftigt ist. Sie brauchen zu diesem Zweck auf der Registerkarte **Ansicht** des @RISK-Dialogfelds **Simulationseinstellungen** nur die Option **Excel-Neuberechnungen anzeigen** deaktivieren oder auf derselben Registerkarte die Option **Excel bei Simulationsstart minimieren** auswählen. In der Statusleiste können Sie dann sehen, um wie viel schneller am Problem gearbeitet wird.

- Stellen Sie die Bereiche, in die die anpassbaren Zellen fallen müssen, enger ein. Dadurch wird der Raum kleiner, in dem RISKOptimizer nach Lösungen suchen kann, und wird somit dieser Prozess beschleunigt. Achten Sie darauf, dass die Bereiche RISKOptimizer genügend Spielraum lassen, um alle realistischen Lösungen zu untersuchen.

Implementierung der gentechnischen Algorithmenoptimierung in RISKOptimizer

In diesem Abschnitt wird genauer beschrieben, wie in RISKOptimizer die gentechnische Algorithmenoptimierung implementiert wird.

> ***HINWEIS: Diese Informationen sind nicht unbedingt erforderlich, um* RISKOptimizer *verwenden zu können.***

Die meisten in RISKOptimizer verwendeten gentechnischen Algorithmustechniken, wie z. B. die Lösungsmethoden ***Formulierung*** und ***Reihenfolge***, beruhen auf wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete des gentechnischen Algorithmus, die in den letzten zehn Jahren stattgefunden haben. Aber die meisten in RISKOptimizer enthaltenden Lösungsmethoden in Bezug auf „Nachwuchslösungen" und die verschiedenen Gruppen von anpassbaren Zellen sowie auch die Rückverfolgungs-, Strategie- und Wahrscheinlichkeitsfunktionen sind einzigartig und nur in RISKOptimizer vorhanden.

RISKOptimizer verwendet die Stationärmethode. Das bedeutet, dass nur ein Organismus zur Zeit und nicht die ganze „Generation" ersetzt wird. Diese Technik hat sich als ebenso gut oder sogar besser als die Generationsersetzungsmethode erwiesen. Um herauszufinden, wie viele „Generationen" durch RISKOptimizer ausgeführt wurden, brauchen Sie nur die Anzahl der einzelnen Versuche durch die Populationsgröße dividieren.

Auswahl

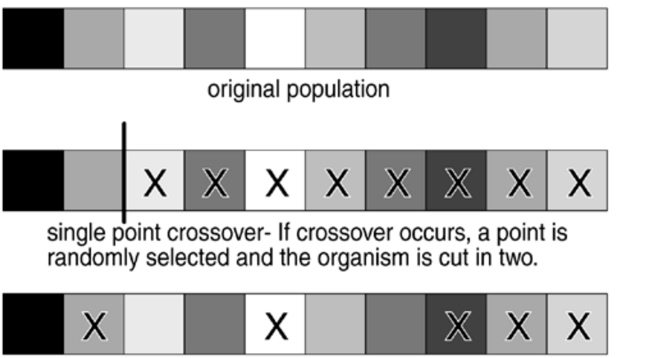
Wenn ein neuer Organismus erstellt werden soll, werden Vorgängerorganismen (Eltern) in der aktuellen Population ausgewählt. Organismen mit hoher Fitnesswertung werden als Vorgänger bevorzugt.

In RISKOptimizer werden diese Vorgänger durch einen rangbasierten Mechanismus ausgewählt. Anstelle eines gentechnischen Algorithmussystems, in dem die Vorgängerorganismen strikt nach ihrer Reproduktionsfitness ausgewählt werden, bietet die Rangordnungsmethode eine ausgeglichenere Auswahlswahrscheinlichkeitskurve. Dadurch wird vermieden, dass gleich von Anfang an nur gute Organismen in die Evolution einbezogen werden.

Crossover

Da die Variablen je nach Lösungsmethode jeweils anders angepasst werden, verwendet RISKOptimizer eine unterschiedliche Crossover-Routine, die speziell für diese Art von Problem optimiert ist.

Die elementare Lösungsmethode „Formulierung“ verwendet für das Crossover eine einheitliche Crossover-Routine. Anstatt die Variablenliste im betreffenden Szenario an irgendeiner Stelle abzuhacken und dann mit den sich daraus ergebenden zwei Blöcken („Einzelpunkt“- oder „Doppelpunkt“-Crossover genannt) zu arbeiten, werden einfach zwei Gruppen erstellt, indem Elemente wahlfrei für die eine oder die andere Gruppe ausgewählt werden. Herkömmliche *x*-Punkt-Crossovers könnten die Suche evtl. durch belanglose Variablenpositionen beeinflussen, während die gleichförmige Crossover-Methode als vorteilhafter angesehen wird, weil sie das Schema besser aufrecht erhält und auch jedes beliebige Schema aus den beiden Vorgängerelementen (Eltern) generieren kann.



Durch die Lösungsmethode „Reihenfolge“ wird das Crossover mithilfe eines Algorithmus ausgeführt, der so ähnlich wie der „Reihenfolge“-Crossover-Operator funktioniert, der von L. Davis im *Handbook of Genetic Algorithms* beschrieben ist.* Durch diesen Operator wird ein Teil des Organismus wahlfrei in Vorgänger 1 ausgewählt und auf Vorgänger 2 (den Partner) übertragen. Anschließend werden die noch verbleibenden Teile ebenfalls in den Vorgänger 2 kopiert, und zwar in derselben Reihenfolge wie in Vorgänger 1. Dadurch bleibt etwas von den Unterreihenfolgen in den ursprünglichen Vorgängerorganismen (Eltern) erhalten, während gleichzeitig einige neue Unterreihenfolgen erstellt werden.

---

* Davis, Lawrence (1991). Handbook of Genetic Algorithms. New York: Van Nostrand Reinhold.

Mutation

Genau wie beim Crossover sind auch die Mutationsmethoden den einzelnen unterschiedlichen Lösungsmethoden angepasst. Durch die elementare Lösungsmethode „Formulierung“ wird die Mutation dadurch ausgeführt, dass jede Variable einzeln betrachtet wird. In dem Organismus wird ein zufälliger Wert zwischen 0 und 1 für die einzelnen Variablen generiert und wenn eine Variable einen Wert erhält, der nicht höher als die Mutationsrate (z. B. 0,06) liegt, wird diese Variable mutiert. Art und Höhe der Mutation werden automatisch durch einen proprietären Algorithmus bestimmt. Das Mutieren einer Variable besteht darin, dass diese innerhalb des Min-Max-Bereichs durch einen zufällig oder wahlfrei generierten Wert ersetzt wird.

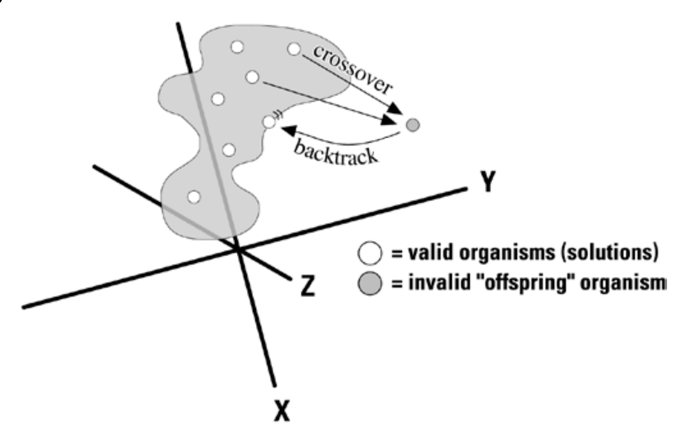
Um alle Originalwerte beizubehalten, führt die Lösungsmethode „Formulierung“ die Mutation dadurch aus, dass die Positionen einiger Variablen in dem Organismus einfach ausgetauscht werden. Die Anzahl der Austausche wird proportional zur Erhöhung oder Reduzierung der Mutationsrateneinstellung im Bereich von 0 bis 1 erhöht oder reduziert.

Ersetzung

Da in RISKOptimizer eine Rangordnungs- anstelle einer Generationsersetzungsmethode verwendet wird, werden die untauglichsten Organismen stets durch den neuen Organismus ersetzt, der durch Auswahl, Crossover und Mutation erstellt wurde, und zwar ganz unabhängig von der Fitnesswertung.

Beschränkungen

Harte Beschränkungen werden mithilfe der proprietären Rückverfolgungstechnik von Palisade implementiert. Falls ein neuer Nachwuchsorganismus gegen einige extern auferlegte Beschränkungen verstößt, geht RISKOptimizer zurück zu einem der Vorgängerorganismen (Eltern) und ändert den Nachwuchsorganismus, bis dieser sich innerhalb des gültigen Lösungsraums befindet.



Problembehandlung / Fragen und Antworten

In diesem Abschnitt werden einige häufig gestellten Fragen hinsichtlich RISKOptimizer beantwortet und werden Sie über allgemeine Fragen, Probleme und Vorschläge auf dem Laufenden gehalten. Nachdem Sie diesen Abschnitt durchgelesen haben, können Sie nötigenfalls den Kundendienst von Palisade unter den im ersten Kapitel dieses Handbuchs genannten Rufnummern anrufen.

Frage: **Warum habe ich Schwierigkeiten, eine gültige Antwort von RISKOptimizer zu erhalten?**

Antwort: Achten Sie darauf, dass das Dialogfeld in RISKOptimizer ordnungsgemäß eingerichtet ist. Die meisten Probleme haben mit dem Einstellen der Variablen zu tun. Die einzelnen Gruppen von anpassbaren Zellen sollten alle exklusiv ein, d. h. es sollte keine Zelle und auch keinen Zellenbereich geben, die bzw. der durch mehr als eine Lösungsmethode wahrgenommen wird.

Frage: **Kann RISKOptimizer auch Konzepte oder Kategorien handhaben oder nur Zahlen?**

Antwort: RISKOptimizer kann indirekt mit allen möglichen Daten arbeiten, da Zahlen in dem Programm nur Symbole sind. Verwenden Sie die Verweistabelle in Excel, um Ganzzahlen in Textzeichenfolgen umzusetzen. RISKOptimizer (genau wie alle anderen Computerprogramme) kann letzten Endes nur mit Zahlen arbeiten, aber Ihre Schnittstelle kann diese Zahlen dazu verwenden, jede beliebige Zeichenfolge darzustellen und anzuzeigen.

Frage: **Warum findet RISKOptimizer mitunter unterschiedliche Lösungen, obwohl ich in die Dialogfelder immer dasselbe eingebe und auch die zur Ausführung verwendete Zeitspanne stets die gleiche ist?**

Antwort: Genau wie bei der natürlichen Auslese in der biologischen Welt, wird in RISKOptimizer der gentechnische Algorithmus beim Suchen nach Lösungen nicht immer denselben Weg gehen (es sei denn, Sie verwenden einen festen Ausgangszufallswert). Sonderbarerweise ist es gerade diese Unberechenbarkeit, die RISKOptimizer ermöglicht, viele verschiedene Arten von Problemen zu lösen und oft auch bessere Lösungen zu finden, als durch herkömmliche Techniken möglich ist. Das gentechnische Algorithmussystem von RISKOptimizer führt nicht nur eine Reihe von vorprogrammierten Befehlen aus oder holt sich Werte aus einer mathematischen Formel, sondern experimentiert auch auf effiziente Weise gleichzeitig mit vielen wahlfreien hypothetischen Szenarien, um dann mithilfe von vielen „Natürliche Auslese“-Operatoren die Suche noch zu verfeinern. Auch enthalten diese Operatoren oft Zufallselemente. Ein ähnlicher Grund kann im Fall OptQuest, dem anderen Optimierungs-Algorithmus in RISKOptimizer, gegeben werden. In OptQuest wird mit verschiedenen möglichen Lösungen experimentiert und werden dann die Ergebnisse dieser Experimente protokolliert. Durch die Zufallsfaktoren in diesem Prozess wird vermieden, dass zu einer lokal optimalen Lösung zurückkehrt wird, obwohl eine bessere global optimale Lösung vorhanden ist.

Es ist möglich, Einstellungen anzugeben, durch die zwei Optimierungen in RISKOptimizer genau dieselben Ergebnisse zeitigen. Um dies zu erreichen, muss im @RISK-Dialogfeld Simulationseinstellungen auf der Registerkarte Probenerhebung unter Anfangswert die Option Fest gewählt werden. Auch muss im RISKOptimizer-Dialogfeld Optimierungseinstellungen auf der Registerkarte Ausführungszeit die Anhaltebedingung „Versuche“ oder „Fortschritt“ ausgewählt werden.

Frage:	**Warum ändert sich die bisher beste Lösung nicht mehr?**
Antwort:	Vielleicht haben Sie im Dialogfeld „RISKOptimizer – Modell“ die falsche Zielzelle angegeben. RISKOptimizer sieht dann nur diese leere Zelle und der Wert kann sich nicht ändern, weil dort keine Formel vorhanden ist. Um dieses Problem beizulegen, sollten Sie das Dialogfeld „RISKOptimizer – Modell“ anzeigen und dann eine ordnungsgemäße Zielzelle auswählen, die genau zeigt, wie gut bzw. schlecht die einzelnen möglichen Lösungen sind. Eine ordnungsgemäße Zelle enthält eine Formel, die direkt oder indirekt von den Variablen abhängt, die durch RISKOptimizer angepasst werden sollen (anpassbare Zellen).

Frage:	**Einige Zellen in meinem Kalkulationstabellenmodell enthalten „####“-Symbole.**
Antwort:	Wenn die Zelle zu klein ist, um den gesamten Inhalt anzuzeigen, sind mehrere „####“-Zeichen zu sehen. Sie sollten in diesem Fall die Zelle vergrößern.

Frage:	**RISKOptimizer arbeitet ok, aber gibt es einen einfachen Weg, um bessere Ergebnisse zu erzielen?**
Antwort:	Versuchen Sie, die Beschränkungen im Problem, einschließlich der Variablenbereiche, etwas zu lockern. Ändern Sie die harten in weiche Beschränkungen, und zwar mithilfe von Strafklauseln (siehe **Hinzufügen von Beschränkungen** in diesem Anhang). RISKOptimizer kann vielleicht durch zu viele Beschränkungen nicht alle Möglichkeitsbereiche untersuchen, die evtl. bessere Ergebnisse bringen würden. Je mehr Zeit Sie RISKOptimizer zum Untersuchen der Möglichkeiten geben, desto wahrscheinlicher ist es, dass eine optimale Lösung gefunden wird. Weitere Anregungen in Bezug auf Feinabstimmung von RISKOptimizer sind in diesem Anhang unter **RISKOptimizer-Extras** zu finden. Je mehr Szenarien durch RISKOptimizer ausgeführt werden können, desto besser. Beschleunigen Sie die Optimierung, indem Sie im @RISK-Dialogfeld **Simulationseinstellungen** auf der Registerkarte **Ansicht** die Option **Excel-Neuberechnungen anzeigen** deaktivieren.

Anhang C: @RISK und Six Sigma

Willkommen

@RISK wird seit langem in allen Branchen zum Analysieren von Risiko und Unbestimmtheit verwendet. @RISK wird in vielen Branchen, wie z. B. Finanz, Erdöl und Erdgas, Versicherung, Fertigung, Gesundheitsfürsorge, Arzneimittel, Wissenschaft und anderen Gebieten eingesetzt und ist in der Tat genauso flexibel wie das Excel-Programm selbst. Zehntausende von Fachleuten verwenden täglich das @RISK-Programm, um Kosten zu schätzen, NPV (Kapitalwert) und IRR zu analysieren, Realoptionen zu bewerten, die Preise auszuarbeiten, Erdöl- und andere Abbaumöglichkeiten zu erforschen und für viele andere Aufgaben.

Eine wichtige Anwendung von @RISK ist in Six Sigma und Qualitätsanalyse. Ganz gleich, ob es sich um DMAIC, DFSS (Design for Six Sigma), Lean Projects (schlanke Projekte), DOE (Planung von Experimenten) oder andere Bereiche handelt, Unbestimmtheit und Variablen sind stets der Hauptgrund für die Six Sigma-Analyse. In @RISK wird die Monte Carlo-Simulation dazu verwendet, die Variabilitätsgründe in den Fertigungs- und Dienstleistungsprozessen zu identifizieren, zu messen und möglichst an der Wurzel zu erfassen. Eine ganze Garnitur an Fähigkeitsmetrik sorgt für die Berechnungen, die erforderlich sind, um Six Sigma schrittweise, schnell und korrekt ausführen zu können. Durch Diagramme und Tabellen werden die Six Sigma-Statistiken klar und deutlich angezeigt, wodurch diese leistungsstarke Technik dem Management mühelos und effektiv zugänglich ist. Wenn Sie @RISK Industrial verwenden, steht außerdem auch RISKOptimizer für Six Sigma-Analysen zur Verfügung, wodurch die Projektauswahl optimiert, Ressourcen zugewiesen und vieles mehr ausgeführt werden kann.

Viele Branchen, angefangen mit Motorenbau bis hin zu Fluggesellschaften, der Edelmetall- und der Verbrauchsgüterbranche, verwenden @RISK tagtäglich, um ihre Arbeitsverfahren und die Qualität ihrer Produkte bzw. Dienstleistungen zu verbessern und dabei Millionen einzusparen. Dieses Handbuch führt Sie Schritt für Schritt durch die @RISK Six Sigma-Funktionen, Statistiken, Diagramme und Berichte, um Ihnen zu zeigen, wie @RISK zu jedem Zeitpunkt eines Six Sigma-Projekts effektiv eingesetzt werden kann. Auch sind Beispiele für Fallstudien in diesem Handbuch enthalten, um Ihnen vordefinierte Modelle zu bieten, die Sie Ihren Analysen entsprechend anpassen können.

Die Standardfunktionen in @RISK, wie z. B. das Eingeben von Verteilungsfunktionen, die den Daten gemäße Anpassung von Verteilungen und das Ausführen von Simulationen und Empfindlichkeitsanalysen, können ebenfalls für Six Sigma-Modelle verwendet werden. Wenn @RISK für das Modellieren in Six Sigma eingesetzt wird, sollten Sie sich vorher mit diesen Funktionen vertraut machen, indem Sie das Handbuch „@RISK für Excel-Benutzer“ und auch online die entsprechenden Schulungsmaterialien durcharbeiten.

Überblick über die @RISK- und Six Sigma-Methodiken

Bei den heutzutage wettbewerbsintensiven Geschäftsanforderungen ist Qualität wichtiger denn je. In diesem Umfeld ist @RISK das perfekte Begleitprodukt für jeden Six Sigma- oder Qualitäts-Profi. Diese leistungsstarke Lösung ermöglicht Ihnen, auf schnelle Weise die Auswirkung von Variation auf Prozesse und Planungen zu analysieren.

Außer für Six Sigma- und Qualitätsanalyse kann @RISK auch zum Analysieren von unbestimmten Situationen eingesetzt werden. Bei diesen Anwendungen handelt es sich u. a. um NPV, IRR, Realoptionen, Kostenschätzung, Portfolio-Analyse, Erdöl- und Erdgassuche, Versicherungsrücklagen, Preisgestaltung und vieles mehr. Weitere Informationen über die Verwendung von @RISK in anderen Anwendungen und über die allgemeine Anwendung von @RISK finden Sie im @RISK-Benutzerhandbuch, das der Software beiliegt.

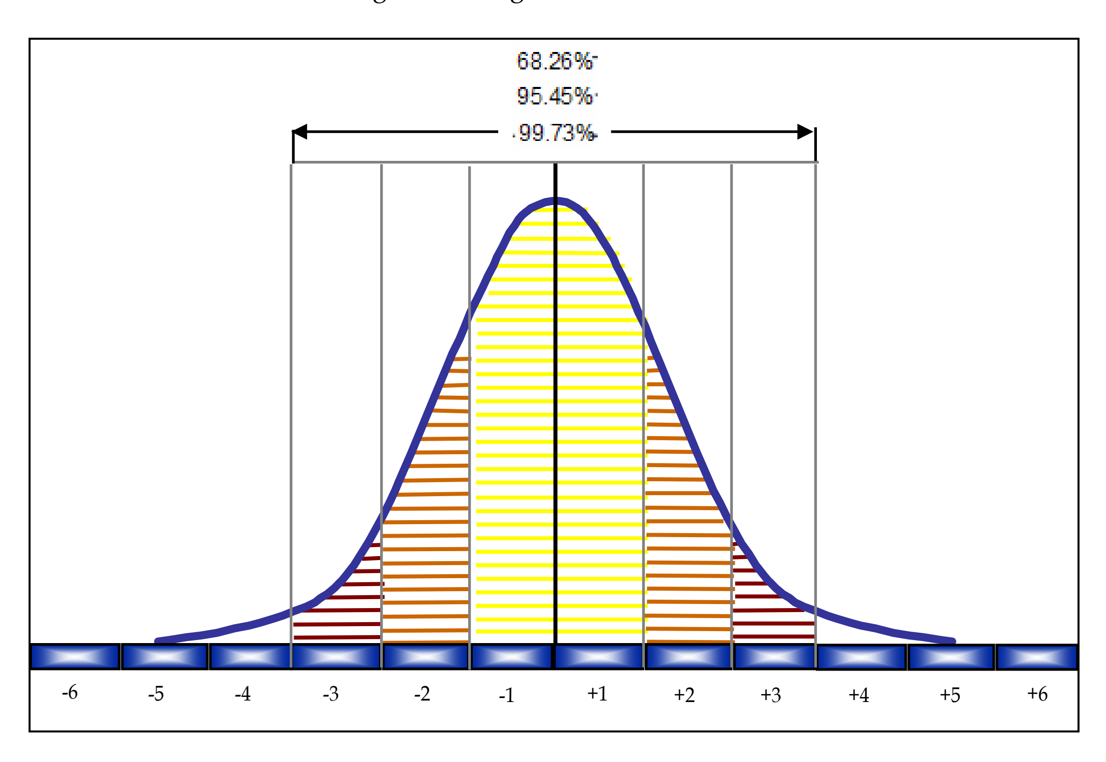
Was ist Six Sigma?

Bei Six Sigma handelt es sich um einen Satz von Praktiken, mit deren Hilfe Arbeitsprozesse systematisch verbessert werden können, und zwar durch **Reduzierung der Prozessvariation** und Vermeidung von **Defekten**. Ein Defekt ist ein **Nichtkonformgehen eines Produkts oder einer Dienstleistung mit den entsprechenden Spezifikationen**. Während die Einzelheiten dieser Methodik ursprünglich durch Motorola Mitte der 1980er Jahre formuliert wurden, baut sich Six Sigma heute auch stark auf Qualitätsverbesserungsmethodiken auf, die in den vorhergehenden Jahrzehnten z. B. durch Qualitätskontrolle, TQM (Total Quality Management) und Zero Defects (Null-Fehler-Methode) entwickelt wurden. Genau wie die Vorgänger, geht Six Sigma von folgenden Überlegungen aus:

- **Fortlaufende Bemühungen, die Variation in Arbeitsprozessausgaben zu reduzieren, ist der Schlüssel zum geschäftlichen Erfolg**
- **Fertigungs- und Geschäftsprozesse können gemessen, analysiert und überwacht werden**
- **Fortlaufende Qualitätsverbesserung erfordert das Engagement des gesamten Unternehmens, insbesondere des Spitzenmanagements**

Six Sigma ist datenbasiert und bezieht sich oft auf X- und Y-Variablen. X-Variablen sind unabhängige Eingabevariablen, die sich auf die abhängigen Ausgabevariablen (d. h. die Y-Variablen) auswirken. Six Sigma versucht, die Variation in X-Variablen zu identifizieren und zu steuern, um so die Qualität so hoch wie möglich und die Variation in den Y-Variablen so niedrig wie möglich zu halten.

Der Ausdruck **Six Sigma** oder **6σ** ist eine gute Beschreibung dieser Software. Der griechische Buchstabe Sigma (σ) bezeichnet die Standardabweichung, bei der es sich um ein wichtiges Variationsmaß handelt. Die Variation in einem Prozess bezieht sich darauf, wie eng alle Ausgaben am Mittelwert liegen. Die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers oder Defekts kann geschätzt und dann in eine „Sigma-Prozessebene" übersetzt werden. Je höher die Sigma-Prozessebene, desto besser die Leistung. **Six Sigma bezieht sich auf sechs Standardabweichungen zwischen der durchschnittlichen Prozessmitte und der nächstliegenden Spezifikationsgrenze oder Dienstleistungsebene**. Das bedeutet weniger als 3,4 Defekte pro einer Million von Gelegenheiten (DPMO). Es folgt eine grafische Darstellung von Six Sigma.



Six Sigma (oder Standardabweichungen) vom Mittelwert

Unternehmen haben durch Implementierung von Six Sigma bereits erhebliche Einsparungen und auch wichtige Qualitätsverbesserungen vornehmen können. Motorola berichtete beispielsweise., dass seit Einführung dieses Programms Mitte der 1980er Jahre bereits 17 Milliarden Dollar eingespart werden konnten. Lockheed Martin, GE, Honeywell und viele andere Firmen haben gleichfalls enorme Vorteile durch Six Sigma verzeichnen können.

Der wichtige Variationsfaktor

Zu viele Six Sigma-Praktiker verlassen sich einfach auf statische Modelle und berücksichtigen nicht die ihren Prozessen und Planungen anhaftende Unbestimmtheit und Variabilität. Im Streben nach maximaler Qualität ist es sehr wichtig, möglichst viele Szenarien zu berücksichtigen.

Und dafür ist @RISK genau richtig. In diesem Programm wird die Monte Carlo-Simulation dazu verwendet, Tausende von möglichen Ergebnissen zu analysieren und dabei jeweils anzuzeigen, wie hoch die Auftretenswahrscheinlichkeit ist. Die Unbestimmtheitsfaktoren werden durch mehr als 35 Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen definiert, durch die genau jeweils der mögliche Wertebereich der Eingaben beschrieben wird. Außerdem ermöglicht Ihnen @RISK, die obere und untere Spezifikationsgrenze sowie auch den Zielwert für die einzelnen Ausgaben zu definieren. Des Weiteren bietet das Programm eine große Anzahl an Six Sigma-Statistiken sowie auch die Fähigkeitsmetrik für diese Ausgaben.

@RISK Industrial schließt obendrein die Funktion *RISKOptimizer* ein, wodurch die leistungsstarke Monte Carlo-Simulation mit dieser gentechnischen und auf Algorithmus basierten Optimierungsmethode kombiniert werden kann. Das ermöglicht Ihnen, bei Optimierungen auch Unbestimmtheitsprobleme anzupacken, wie z. B. bei:

- Ressourcen-Zuordnung, um die Kosten möglichst niedrig zu halten
- Projektauswahl, um den Gewinn zu maximieren
- Optimierung der Prozesseinstellungen, um den Ertrag so hoch und die Kosten so gering wie möglich zu halten
- Optimierung der Toleranzzuordnung, um die Qualität zu maximieren
- Optimierung der Personalbesetzung, um die bestmögliche Dienstleistung zu erreichen

Six Sigma-Methodiken

@RISK kann für eine Vielfalt von Six Sigma- und damit zusammenhängenden Analysen verwendet werden. Dabei geht es vor allem um folgende Analysen:

- **Six Sigma / DMAIC / DOE**
- **DFSS (Design for Six Sigma – Planung für Six Sigma)**
- **Lean oder Lean Six Sigma (schlankes Six Sigma)**

Six Sigma / DMAIC

Meistens wird beim Erwähnen von Six Sigma hauptsächlich an die DMAIC-Methodik gedacht. Diese Methodik sollte verwendet werden, wenn ein Produkt oder Prozess zwar vorhanden ist, aber nicht den vom Kunden gegebenen Spezifikationen entspricht oder sonstige Mängel aufweist.

DMAIC konzentriert sich auf die entwicklungsmäßige und fortlaufende Verbesserung in Fertigungs- und Dienstleistungsprozessen und besteht fast immer aus folgenden Phasen: **Definieren, Messen, Analysieren, Verbessern und Überwachen:**

1) **Definieren** Sie die Projektziele und VOC (Voice of Customer)-Anforderungen
2) **Messen** Sie den Vorgang, um die aktuelle Leistung festzustellen
3) **Analysieren** und bestimmen Sie die Hauptursache(n) der Defekte
4) **Verbessern** Sie den Prozess, indem Sie die Hauptursachen der Defekte beseitigen
5) **Überwachen** Sie die fortlaufende Durchführung des Prozesses

DFSS (Design for Six Sigma)

DFSS wird verwendet, um eine Produkt oder eine Dienstleistung von Grund auf zu planen oder neu zu planen. Die erwartete Sigma-Prozessebene für ein DFSS-Produkt oder eine DFSS-Dienstleistung ist mindestens 4,5 (d. h. nicht mehr als ungefähr 1 Defekt pro tausend Gelegenheiten). Je nach Produkt, kann aber auch eine Sigma-Prozessebene von 6 oder höher verwendet werden. Um ein Produkt oder eine Dienstleistung auf solch einer geringen Defektebene starten zu können, müssen die Erwartungen und Anforderungen des Kunden, d. h. die CTQs (Critical-to-Qualities-Anforderungen) vollständig verstanden werden, bevor die Planung abgeschlossen und implementiert werden kann. Durch erfolgreiche DFSS-Programme kann unnötige Verschwendung schon bei der Projektplanung reduziert und können somit die Produkte schneller auf den Markt gebracht werden.

Im Gegensatz zur DMAIC-Methodik sind die DFSS-Phasen oder –Schritte nicht immer allgemein erkennbar oder definiert. In fast jedem Unternehmen oder jeder Schulungsgruppe wird DFSS wahrscheinlich unterschiedlich definiert werden. Eine der beliebten DFSS-Methodiken wird **DMADV** genannt und gleicht praktisch der Methodik DMAIC (d. h. gleiche Anzahl an Buchstaben, Phasen usw.). Die fünf DMADV-Phasen bestehen aus **Definieren, Messen, Analysieren, Planen** und **Überprüfen**:

1) **Definieren** Sie die Projektziele sowie die Kundenanforderungen (d. h. die internen und externen VOC-Anforderungen)

2) **Messen** und bestimmen Sie, was der Kunde benötigt, und stellen Sie fest, welche Art von Mitbewerbern Sie in der betreffenden Branche haben

3) **Analysieren** Sie die Prozessoptionen, um den Anforderungen des Kunden zu entsprechen

4) **Planen** (d. h. detaillieren) Sie den Prozess, um den Erwartungen des Kunden nachzukommen

5) Überprüfen Sie die geplante Prozessdurchführung und deren Fähigkeit, den Anforderungen des Kunden zu entsprechen

Lean oder Lean Six Sigma

„Lean Six Sigma" bezeichnet ein synergetisches Tool, das aus einer Kombination von „schlanker Produktion" (ursprünglich durch Toyota entwickelt) und statistischen Six Sigma-Methodiken besteht. **„Lean" (schlank) bezieht sich auf das Bemühen, den Prozess zu beschleunigen, und zwar durch Reduzierung von Verschwendung und Vermeidung aller Schritte, die dem Prozess keinen Wert hinzufügen.** Der Schwerpunkt von „Lean" beruht auf der Strategie, nur die vom Kunden verlangten Produkte herzustellen und diese auch zeitmäßig wie vom Kunden gewünscht zu liefern. Six Sigma verbessert die Performance, indem das Programm sich auf Prozessaspekte konzentriert, die (vom Kunden her gesehen) für die Qualität wichtig sind und auch zur Beseitigung von Variation beitragen. Viele Dienstleistungsfirmen sind beispielsweise bereits dazu übergegangen, das qualitativ bessere Six Sigma mit der Effizienz von „Lean" zu vereinen, indem Sie „Lean Six Sigma" (schlankes Six Sigma) verwenden.

In „Lean" werden „Kaizen-Ereignisse" (d. h. intensive, meistens wochenlange Verbesserungssitzungen) dazu verwendet, auf schnelle Weise Verbesserungsmöglichkeiten zu identifizieren. Dadurch wird ein Schritt weiter als bei einem traditionellen Prozessplan gegangen, indem eine Werteflussanalyse verwendet wird. In Six Sigma wird die formelle DMAIC-Methodik verwendet, um für messbare und wiederholbare Ergebnisse zu sorgen.

Sowohl im Lean- als auch im Six Sigma-Programm wird davon ausgegangen, dass Unternehmen sich aus Geschäftsprozessen zusammensetzen, die mit Kundenanforderungen beginnen und mit zufrieden gestellten Kunden enden sollten.

@RISK und Six Sigma

Ganz gleich, ob es sich um DMIAC, Planung von Experimenten oder Lean Six Sigma handelt, Unbestimmtheit und Variabilität sind stets der Hauptgrund einer Six Sigma-Analyse. In @RISK wird die Monte Carlo-Simulation dazu verwendet, die Variabilitätsgründe in Ihren Fertigungs- und Dienstleistungsprozessen zu identifizieren, zu messen und möglichst an der Wurzel zu erfassen. Während der gesamten Analyse können die einzelnen Six Sigma-Methodiken durchaus Nutzen aus @RISK ziehen.

@RISK und DMAIC

@RISK kann in jeder DMAIC-Phase dazu eingesetzt werden, die Variation zu identifizieren und auf Problembereiche in bereits bestehenden Produkten hinzuweisen.

1) **Definieren. Definieren Sie Ihre Prozessverbesserungsziele, einschließlich Kundenanforderungen und Geschäftsstrategie.** Wertflussanalyse, Kostenschätzung und CTQ-Identifizierung sind alles Bereiche, in denen @RISK dabei helfen kann, den Schwerpunkt zu setzen und Ziele festzulegen. In @RISK konzentriert sich die Empfindlichkeitsanalyse auf die CTQs, die die Rentabilität des Unternehmens beeinflussen.

2) **Messen. Messen Sie die aktuellen Leistungsebenen und deren Variationen.** Durch Verteilungsanpassung und mehr als 35 Wahrscheinlichkeitsverteilungen kann die Leistungsvariation sehr genau definiert werden. Mithilfe von Statistiken aus @RISK-Simulationen sind beim Analysieren die nötigen Daten für Vergleich mit den Anforderungen vorhanden.

3) **Analysieren. Analysieren Sie Zusammenhang und Ursache der Defekte. Stellen Sie sicher, dass alle Faktoren berücksichtigt wurden.** Durch die @RISK-Simulation können Sie sicher sein, dass alle Eingabefaktoren berücksichtigt und alle Ergebnisse entsprechend dargestellt worden sind. Auf Basis der Empfindlichkeits- und Szenario-Analyse können Sie die Ursachen für Variabilität und Risiko genau feststellen und auch die Toleranz entsprechend analysieren. Mithilfe der Six Sigma-Statistikfunktionen ist es in @RISK möglich, die Fähigkeitsmetrik zu berechnen und somit die Lücken zwischen Messungen und Anforderungen zu identifizieren. Dadurch kann erkannt werden, wie oft Produkte oder Prozesse nicht wunschgemäß funktionieren. Das gibt Ihnen ein Gefühl für die Zuverlässigkeit des betreffenden Produkts oder Prozesses.

4) **Verbessern. Verbessern oder optimieren Sie den Prozess, und zwar auf Basis der Analyse und Verwendung von Techniken, wie z. B. „Planung von Experimenten".** Planung von Experimenten schließt die Planung aller informationserfassenden Vorgänge ein, bei denen Variation vorhanden ist. Es spielt dabei keine Rolle, ob beim Experiment volle Kontrolle über die Variationen vorhanden ist oder nicht. Unter Verwendung der @RISK-Simulation können Sie verschiedene alternative Planungen und Prozessänderungen ausprobieren. In dieser Phase kann @RISK auch zur Zuverlässigkeitsanalyse und (bei Verwendung von RISKOptimizer) zur Optimierung der Ressourcen eingesetzt werden.

5) **Überwachen. Überwachen Sie den Prozess, um sicherzustellen, dass Varianzen berichtig werden, bevor sie Defekte verursachen.** Während der Überwachungsphase können Sie Probeläufe vornehmen, um die Prozessfähigkeit feststellen, zur Produktion übergehen und anschließend laufend den Prozess messen und Kontrollmechanismen einrichten zu können. @RISK berechnet automatisch die Prozessfähigkeit und überprüft die Modelle, um sicherzustellen, dass die Qualitäts- und Kundenanforderungen eingehalten werden.

@ RISK und DFSS (Design for Six Sigma)

Eine der Hauptverwendungsmöglichkeiten von @RISK in Six Sigma ist während der Planungsphase eines neuen Projekts, und zwar zusammen mit DFSS. Das Testen von verschiedenen Prozessen bei Fertigungsmodellen oder Prototypen bzw. bei Dienstleistungsmodellen kann sehr kostspielig sein. @RISK ermöglicht den Technikern, Tausende von verschiedenen Modellergebnissen zu simulieren, ohne dabei die Kosten und Zeit für physikalische Simulation aufwenden zu müssen. @RISK ist in jeder Phase einer DFSS-Implementierung sehr nützlich, und zwar in gleicher Weise wie auch die DMAIC-Schritte. Das Verwenden von @RISK für DFSS bietet Technikern folgende Vorteile:

- **Möglichkeit, mit verschiedenen Planungen zu experimentieren / Planung von Experimenten**
- **Fähigkeit, CTQs zu identifizieren**
- **Gelegenheit, Prozessfähigkeiten zu prognostizieren**
- **Möglichkeit, Produktplanungsbeschränkungen anzuzeigen**
- **Fähigkeit, die Kosten abzuschätzen**
- **Gelegenheit, das Projekt auszuwählen, und zwar unter Verwendung von RISKOptimizer, um nach dem optimalen Portfolio zu suchen**
- **Möglichkeit, eine statistische Toleranzanalyse vorzunehmen**
- **Fähigkeit, Ressourcen zuzuordnen, und zwar unter Verwendung von RISKOptimizer, um die Leistungsfähigkeit zu maximieren**

@RISK und Lean Six Sigma

@RISK ist das perfekte Begleitprogramm für die Synergie von schlanker Fertigung (Lean Production) und Six Sigma. Nur auf Qualität zugeschnittene Six Sigma-Modelle sind u. U. unzureichend, wenn sie zur Reduzierung von Variation in nur einem einzigen Schritt des Prozesses eingesetzt werden oder in Prozessen, die keinen zusätzlichen Wert für den Kunden ergeben. Durch eine Six Sigma-Analyse kann sich beispielsweise ergeben, dass während des Fertigungsprozesses eine zusätzliche Überprüfung vorgenommen werden sollte, um fehlerhafte Einheiten abzufangen. Dadurch würde dann zwar die Verarbeitung von fehlerhaften Einheiten vermieden werden, aber die Kosten einer hinzugefügten Überprüfung stellen natürlich gleichfalls eine Verschwendung dar. Durch eine Lean Six Sigma-Analyse können mittels @RISK die Ursachen dieser fehlerhaften Einheiten festgestellt werden. Auch kann in @RISK durch Qualitäts- und Taktzeit-Metrik die Unbestimmtheit nachgewiesen werden.

Mit anderen Worten, mithilfe von @RISK ergeben sich durch die Lean Six Sigma-Analyse folgende Vorteile:

- **Projektauswahl – unter Verwendung von RISKOptimizer, um nach dem optimalen Portfolio zu suchen**
- **Wertflussanalyse**
- **Identifizierung von CTQs, die zur Variation führen**
- **Prozessoptimierung**
- **Aufdeckung und Reduzierung von überflüssigen Prozessschritten**
- **Lagebestandsoptimierung – unter Verwendung von RISKOptimizer, um die Kosten so gering wie möglich zu halten**
- **Zuordnung von Ressourcen – unter Verwendung von RISKOptimizer, um die Leistungsfähigkeit zu maximieren**

Verwendung von @RISK für Six Sigma

Die standardmäßigen Simulationsfähigkeiten in @RISK sind durch Hinzufügung von vier wichtigen Funktionen erweitert worden, um @RISK auch in der Six Sigma-Modellierung verwenden zu können. Es handelt sich um folgende Funktionen:

1) die Eigenschaftsfunktion ***RiskSixSigma***, durch die Spezifikationsgrenzen und Zielwerte für Simulationsausgaben eingegeben werden können

2) **Six Sigma-Statistikfunktionen**, einschließlich Prozessfähigkeitsindizes, wie z. B. *RiskCpk* und *RiskCpm*, durch die Six Sigma-Statistiken über Simulationsergebnisse zurückgegeben werden können, und zwar direkt in den Kalkulationstabellenzellen

3) **Neue Spalten im Fenster „Ergebnisübersicht“**, wodurch Six Sigma-Statistiken über Simulationsergebnisse im Tabellenformat verfügbar sind

4) **Markierungen** in Diagrammen über Simulationsergebnisse, um Spezifikationsgrenzen und Zielwerte anzuzeigen

Die Standardfunktionen in @RISK, wie z. B. das Eingeben von Verteilungsfunktionen, die den Daten gemäße Anpassung von Verteilungen und das Ausführen von Simulationen und Empfindlichkeitsanalysen, können ebenfalls für Six Sigma-Modelle verwendet werden. Wenn @RISK für das Modellieren in Six Sigma eingesetzt wird, sollten Sie sich vorher mit diesen Funktionen vertraut machen, indem Sie das Handbuch „@RISK für Excel-Benutzer“ und auch die entsprechenden Online-Schulungsmaterialien durcharbeiten.

Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma*

In einer @RISK-Simulation wird durch die Funktion *RiskOutput* in der Kalkulationstabelle eine Zelle als Simulationsausgabe identifiziert. Für jede ausgewählte Ausgabezelle wird dann eine Verteilung von möglichen Resultaten generiert. Solche Wahrscheinlichkeitsverteilungen entstehen dadurch, dass die für eine Zelle berechneten Werte bei jeder Simulationsiteration erfasst werden.

Wenn für eine Ausgabe irgendwelche Six Sigma-Statistiken berechnet werden sollen, wird die Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma* als Argument für die Funktion *RiskOutput* eingegeben. Durch diese Eigenschaftsfunktion werden die untere Spezifikationsgrenze, obere Spezifikationsgrenze, der Zielwert, die Langfristverschiebung und die Anzahl der Standardabweichungen für die Six Sigma-Berechnungen einer Ausgabe festgelegt. Diese Werte werden dazu verwendet, die Six Sigma-Statistiken zu berechnen, die im Ergebnisübersichtsfenster und in Diagrammen für die Ausgabe angezeigt werden. Beispiel:

RiskOutput("Höhe des Teils";;RiskSixSigma(0,88;0,95;0,915;1;5;6))

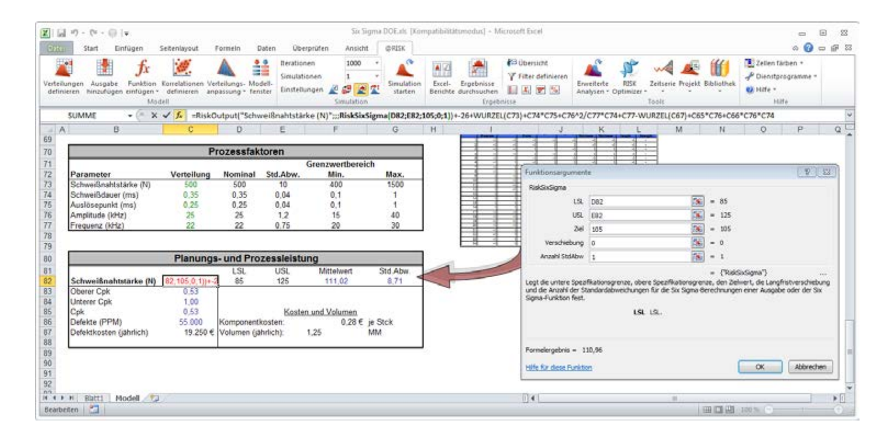
entspricht einer LSL von 0,88, einer USL von 0,95, einem Zielwert von 0,915, einer Langfristverschiebung von 1,5 und 6 Standardabweichungen für die Ausgabe „Höhe des Teils". Bei der Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma* kann auch die Zellbezugnahme verwendet werden.

Diese Werte werden dazu verwendet, die Six Sigma-Statistiken zu berechnen, die im Ergebnisübersichtsfenster und als Markierungen in Diagrammen für die Ausgabe angezeigt sind.

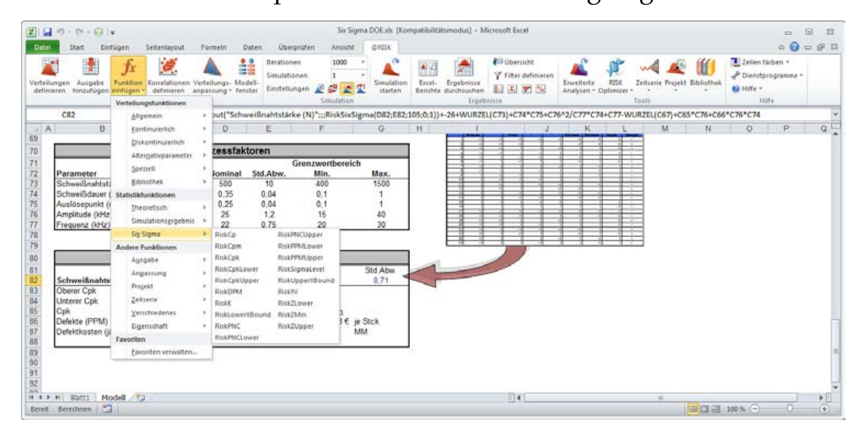
Wenn @RISK in einer Ausgabe die Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma* erkennt, werden im Fenster **Ergebnisübersicht** automatisch die verfügbaren Six Sigma-Statistiken über die Simulationsergebnissen für die Ausgabe angezeigt. Auch werden den Simulationsergebnisdiagrammen die LSL-, USL- und Zielwert-Markierungen für die Ausgabe hinzugefügt.

Eingabe der Eigenschaftsfunktion RiskSixSigma

Die Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma* kann als Argument für die Funktion *RiskOutput* direkt in die Zellformel eingegeben werden. Es kann aber auch der **Excel-Funktionsassistent** verwendet werden, um der Zellformel die Funktion hinzuzufügen.

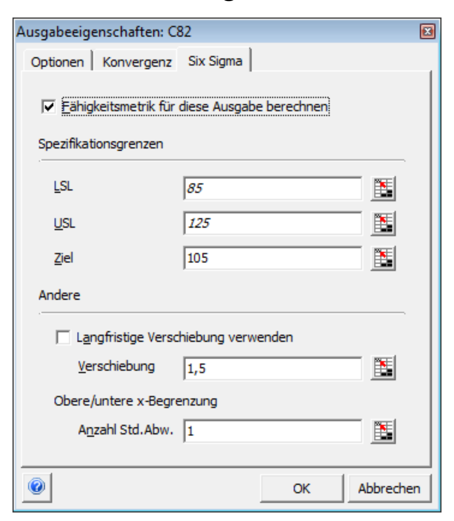


Über den @RISK-Befehl **Funktion einfügen** können Sie schnell die Funktion *RiskOutput* zusammen mit der hinzugefügten Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma* eingeben. Wählen Sie in @RISK im Menü **Funktion einfügen** unter **Ausgabe** einfach den Befehl **RiskOutput (Six Sigma-Format)** und schon wird der Formel in der aktiven Zelle die entsprechende Funktion hinzugefügt.



Ausgabe-eigenschaften – Registerkarte „Six Sigma“

In @RISK ist außerdem ein Funktionseigenschaftsfenster verfügbar, über das die Eigenschaftsfunktion *RiskSixSigma* in die Funktion *RiskOutput* eingegeben werden kann. In diesem Fenster ist die Registerkarte **Six Sigma** zu sehen, die Argumente für die Funktion *RiskSixSigma* enthält. Öffnen Sie das Fenster **Eigenschaften** für die Funktion *RiskOutput*, indem Sie in @RISK im Fenster **Ausgabe hinzufügen** auf die Schaltfläche **Eigenschaften** klicken.



Die Standardeinstellungen für eine in Six Sigma-Berechnungen zu verwendende Ausgabe werden auf der Registerkarte **Six Sigma** vorgenommen. Es handelt sich dabei um folgende Einstellungen:

- **Fähigkeitsmetrik für diese Ausgabe berechnen.** Legt fest, dass die Fähigkeitsmetrik in den Berichten und Diagrammen dieser Ausgabe angezeigt werden soll. Für diese Metrik werden die eingegebenen LSL-, USL- und Zielwerte verwendet.

- **LSL**, **USL** und **Ziel**. Stellt die LSL (untere Spezifikationsgrenze), USL (obere Spezifikationsgrenze) und die Zielwerte für die Ausgabe ein.

- **Langfristige Verschiebung verwenden und Verschiebung.** Legt eine optionale Berechnungsverschiebung der langfristigen Fähigkeitsmetrik fest.

- **Obere/untere x-Begrenzung.** Die Anzahl der Standardabweichungen rechts oder links vom Mittelwert, die zur Berechnung des oberen oder unteren Werts der x-Achse verwendet werden.

Aufgrund der eingegebenen Six Sigma-Einstellungen wird dann der Funktion *RiskOutput* eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion hinzugefügt. Nur für Ausgaben, die die Eigenschaftsfunktion ***RiskSixSigma*** enthalten, können in Diagrammen und Berichten die Six Sigma-Markierungen und –Statistiken angezeigt werden. Durch die Six Sigma-Statistikfunktionen in Excel-Arbeitsblättern kann auf alle Ausgabezellen Bezug genommen werden, die die Eigenschaftsfunktion ***RiskSixSigma*** enthalten.

Hinweis: In @RISK werden für alle Diagramme und Berichte die LSL-, USL-, Langfristverschiebungs- und Standardabweichungswerte aus RiskSixSigma-Eigenschaftsfunktionen verwendet, die bei Start der betreffenden Simulation vorhanden waren. Wenn Sie die Spezifikationsgrenzen für eine Ausgabe (und die zugehörige Eigenschaftsfunktion „RiskSixSigma" ändern, müssen Sie die Simulation erneut ausführen, um die veränderten Diagramme und Berichte sehen zu können.

Six Sigma-Statistikfunktionen

Über eine Reihe von @RISK-Statistikfunktionen kann jederzeit die gewünschte **Six Sigma-Statistik** oder eine Simulationsausgabe zurückgegeben werden. Die Funktion *RiskCPK(A10)* gibt beispielsweise den CPK-Wert für die Simulationsausgabe in Zelle A10 zurück. Diese Funktionen werden während der Simulation in Echtzeit aktualisiert. Diese Funktionen sind so ähnlich wie die standardmäßigen @RISK-Statistikfunktionen (z. B. *RiskMean*), da sie ebenfalls die sich aus Simulationsergebnissen ergebenden Statistiken berechnen, Aber es handelt sich hier um Statistiken, die gewöhnlich für Six Sigma-Modelle nötig sind. Diese Funktionen können in Ihrem Modell für alle beliebigen Kalkulationstabellenzellen und Formeln verwendet werden.

In @RISK sollte Folgendes bei den Six Sigma-Statistikfunktionen beachtet werden:

- Wenn ein Zellverweis als ersten Argument für die Statistikfunktion eingegeben wird und die betreffende Zelle eine *RiskOutput*-Funktion mit einer *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion enthält, verwendet @RISK die LSL-, USL-, Ziel-, Langfristverschiebungs- und Standardabweichungs-Werte aus der entsprechenden Ausgabe, um die gewünschte Statistik zu berechnen.
- Bei Eingabe eines Zellverweises als erstes Argument, braucht es sich bei der Zelle nicht unbedingt um eine durch die Funktion *RiskOutput* identifizierte Simulationsausgabe zu handeln. Wenn es jedoch keine Ausgabe ist, **muss der Statistikfunktion eine optionale *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion hinzugefügt werden**, damit @RISK auch die nötigen Einstellungen zur Verfügung hat, um die gewünschte Statistik berechnen zu können.
- Durch direkte Eingabe einer optionalen *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion in eine Statistikfunktion **wird @RISK veranlasst, die in der *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion angegebenen Six Sigma-Einstellungen bezüglich der betreffenden Simulationsausgabe außer Kraft zu setzen.** Auf diese Weise können die Six Sigma-Statistiken mit verschiedenen Werten für LSL, USL, Ziel, Langfristverschiebung und Standardabweichungen für dieselbe Ausgabe berechnet werden.

- Wenn anstelle eines Zellverweises ein Name eingegeben wird, sucht @RISK zuerst nach einer Ausgabe, die den eingegebenen Namen enthält, und sieht dann in den Eigenschaftsfunktionseinstellungen für *RiskSixSigma* nach. Der Benutzer muss daher sicherstellen, dass den Ausgaben, auf die in Statistikfunktionen Bezug genommen wird, auch eindeutige Namen gegeben werden.

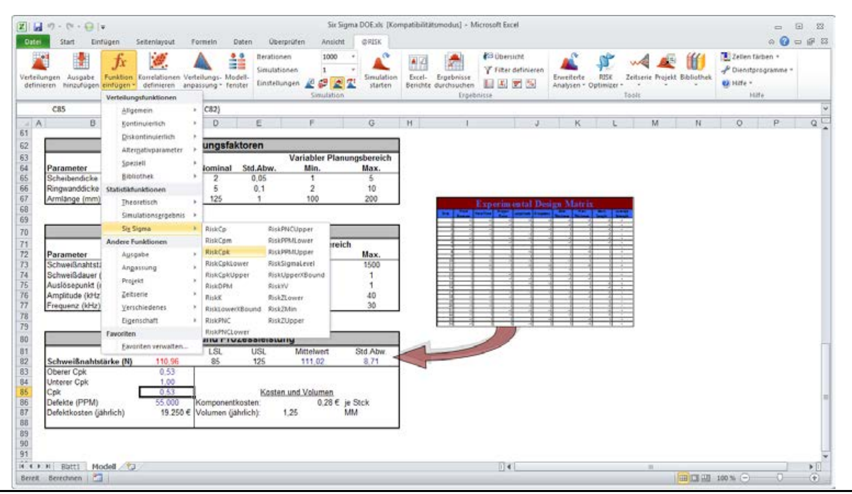
- Bei Ausführung von mehreren Simulationen wird durch das eingegebene Argument *Sim.Nr.* die Simulation ausgewählt, für die dann die gewünschte Statistik zurückgegeben wird. Dieses Argument ist optional und kann ausgelassen werden, wenn jeweils nur eine einzige Simulation ausgeführt wird.

- Wenn eine optionale *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion direkt in eine Six Sigma-Statistikfunktion eingegeben wird, werden je nach ausgeführter Berechnung unterschiedliche Argumente aus der Eigenschaftsfunktion verwendet.

- Wenn sich die Statistikfunktionen allerdings in Vorlageblättern befinden, die zur Erstellung von benutzerdefinierten Simulationsergebnis-Berichten verwendet werden, können diese Funktionen nur nach Beendigung einer Simulation aktualisiert werden.

Eingabe von Six Sigma-Statistikfunk-tionen

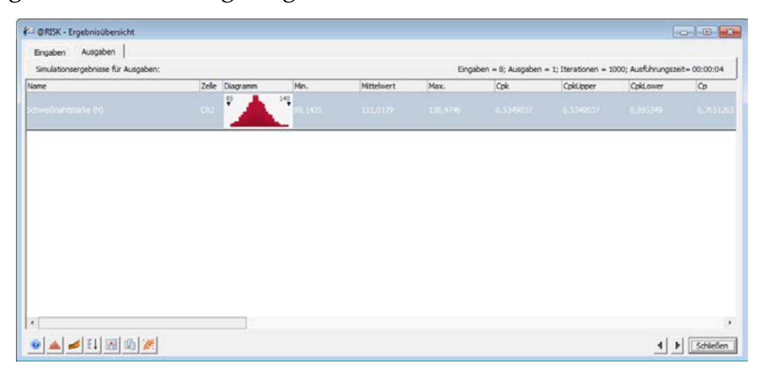
In @RISK ermöglicht Ihnen der Befehl **Funktion einfügen**, auf schnelle Weise eine Six Sigma-Statistikfunktion einzufügen. Sie brauchen zu diesem Zweck in @RISK im Menü **Funktion einfügen** unter der Funktionskategorie **Statistik** nur den Befehl **Six Sigma** wählen und dann auf die gewünschte Funktion klicken. Die ausgewählte Funktion wird in der aktiven Zelle dann der Formel hinzugefügt.



Six Sigma und das Ergebnisübersichtsfenster

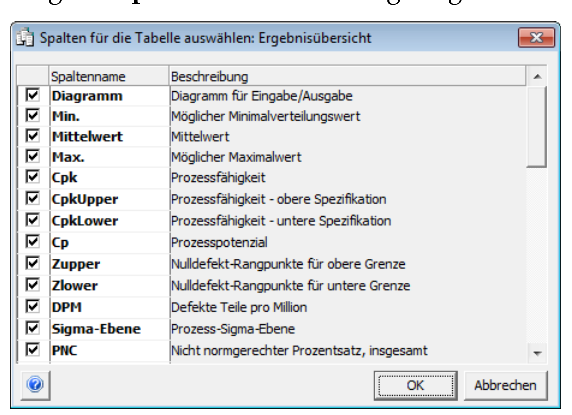
Das Fenster **@RISK – Ergebnisübersicht** gibt Ihnen einen Überblick über die Ergebnisse im Modell; auch werden Mini-Diagramme und eine Übersichtsstatistik über die simulierten Ausgabezellen und die Eingabeverteilungen angezeigt.

Wenn @RISK in einer Ausgabe eine *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion erkennt, werden automatisch die verfügbaren Six Sigma-Statistiken über die Simulationsergebnisse für die Ausgabe in der Tabelle angezeigt. Diese Spalten können je nach Wunsch ausgeblendet oder angezeigt werden.

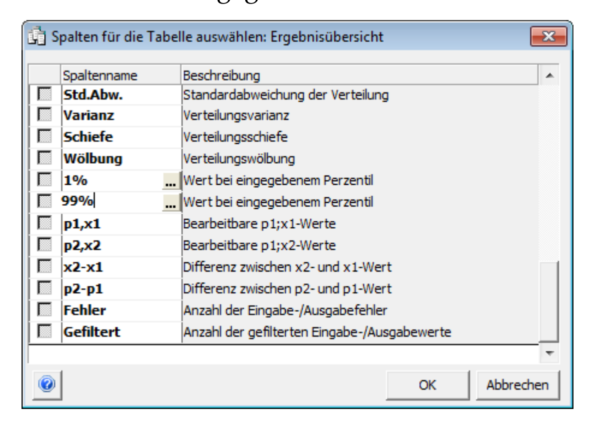


Anpassung der angezeigten Statistik

Die Spalten im Fenster **Ergebnisübersicht** können angepasst werden, je nachdem, welche Statistiken über die Ergebnisse angezeigt werden sollen. Über das unten im Fenster zu sehende Symbol für **Spalten** kann das Dialogfeld **Spalten für Tabelle** angezeigt werden.

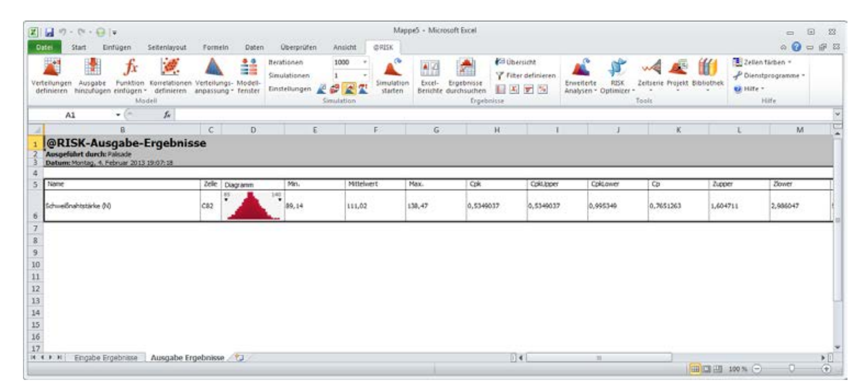


Wenn Perzentilwerte in der Tabelle angezeigt werden sollen, muss der aktuelle Perzentilwert in den beiden Zeilen **Wert des eingegebenen Perzentils** angegeben werden.



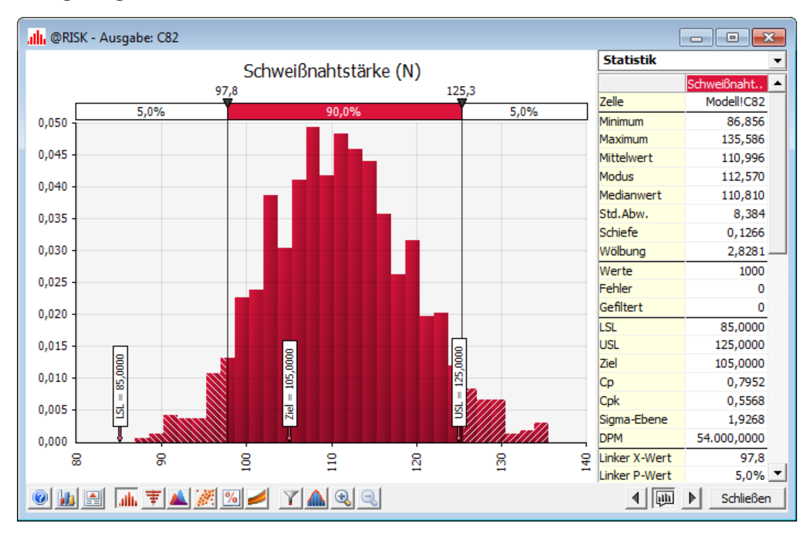
Erstellung eines Excel-Berichts

Das Fenster **Ergebnisübersicht** kann an Excel exportiert werden, um einen Bericht zu erhalten, der die angezeigten Statistiken und Diagramme enthält. Klicken Sie zu diesem Zweck unten im Fenster auf das Symbol für **Kopieren/Berichten** und wählen Sie dann **Bericht in Excel**.

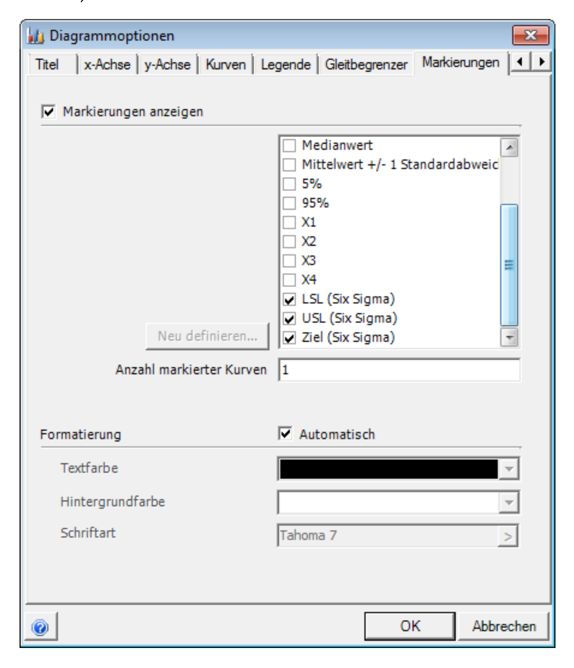


Six Sigma-Markierungen auf Diagramme

Wenn @RISK erkennt, dass es sich bei einer *RiskSixSigma*-Eigenschaftsfunktion um eine Ausgabe handelt, werden den ausgegebenen Diagrammen und Simulationsergebnissen automatisch Markierungen für die eingegebenen LSL-, USL- und Zielwerte hinzugefügt.



Falls gewünscht, können diese Markierungen entfernt werden, und zwar über die Registerkarte **Markierungen** im Dialogfeld **Diagrammoptionen**. Auch können noch weitere Markierungen hinzugefügt werden. Um das Dialogfeld **Diagrammoptionen** anzuzeigen, müssen Sie mit der rechten Maustaste auf das Diagramm klicken oder aber einfach das Symbol für **Diagrammoptionen** anklicken (das ist das zweite Symbol von links ganz unten im Diagrammfenster).



Anhang D: Probenerhebungsmethoden

Die Probenerhebung wird in der @RISK-Simulation dazu verwendet, über Verteilungsfunktionen eine Reihe von möglichen Werten zu generieren. Diese Sätze von möglichen Werten werden dann dazu benutzt, das Excel-Arbeitsblatt auszuwerten. Auf Basis dieser Probenerhebung berechnet @RISK dann Hunderte oder sogar Tausende von WENN-Szenarios für das Arbeitsblatt. Jeder Werteprobensatz stellt eine mögliche Kombination von Eingabewerten dar, die evtl. auftreten könnten. Durch die Auswahl der Probenerhebungsmethode wird sowohl die Qualität der Ergebnisse als auch die Zeit beeinflusst, die für die Arbeitsblattsimulation erforderlich ist.

Was ist eine Probenerhebung?

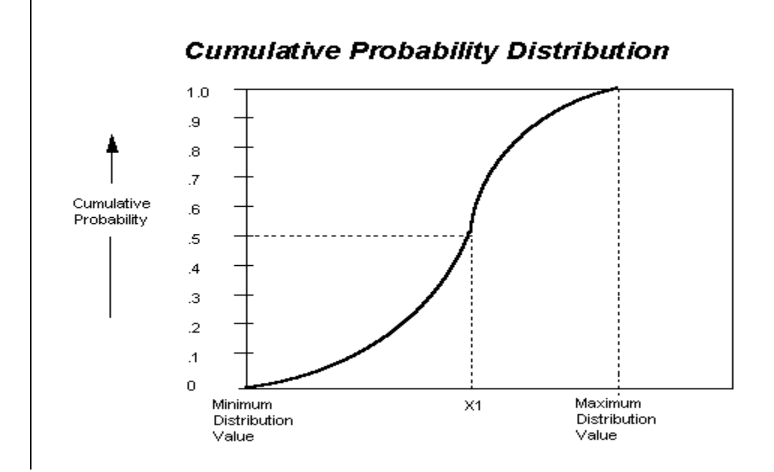
Probenerhebung nennt man den Vorgang, durch den Werte nach Zufallsverfahren aus Eingabewahrscheinlichkeits-Verteilungen erhoben werden. Wahrscheinlichkeitsverteilungen werden in @RISK durch Verteilungsfunktionen dargestellt und die Probenerhebung wird mittels @RISK-Programm ausgeführt. In einer Simulation werden wiederholte Probenerhebungen vorgenommen, d. h. in jeder Iteration wird aus den einzelnen Eingabewahrscheinlichkeits-Verteilungen jeweils eine Werteprobe erhoben. Sofern ausreichend viele Iterationen ausgeführt werden, verteilen sich die aus einer Wahrscheinlichkeitsverteilung erhobenen Werteproben allmählich so, dass das Ergebnis ungefähr der bekannten Eingabewahrscheinlichkeitsverteilung entspricht. Die Statistiken der erhobenen Verteilung (Mittelwert, Standardabweichung und höhere Momente) stimmen ungefähr mit den wirklichen Statistikeingaben für die Verteilung überein. Sogar das Diagramm für die erhobene Verteilung sieht praktisch wie ein Diagramm der tatsächlichen Eingabeverteilung aus.

Statistiker und Fachleute haben mehrere Methoden für die Erhebung von Zufallswerten entwickelt. Bei der Auswertung von Probenerhebungsmethoden ist es wichtig, sich zu überlegen, wie viele Iterationen erforderlich sind, um durch Probenerhebung der Eingabeverteilung so nahe wie möglich zu kommen. Um genaue Ausgabeergebnisse zu erzielen, müssen Werteproben systematisch aus allen Eingabeverteilungen erhoben werden. Wenn bei der einen Probenerhebungsmethode z. B. mehr Iterationen und längere Simulationslaufzeiten zur Annäherung an die Eingabeverteilungen erforderlich sind als bei einer anderen Methode, handelt es sich bei der ersteren wahrscheinlich um die weniger leistungsfähige Methode.

Die beiden in @RISK verwendeten Probenerhebungsmethoden (Monte Carlo und Latin Hypercube) unterscheiden sich in der Anzahl der Iterationen, die für eine Annäherung der erhobenen Werte an die Eingabeverteilungen erforderlich sind. Monte Carlo erfordert oft eine größere Anzahl von Werteproben, um der Eingabeverteilung nahezukommen, besonders dann, wenn diese eine erhebliche „Schiefe“ oder Resultate mit geringer Wahrscheinlichkeit aufweist. Latin Hypercube ist eine neue Probenerhebungsmethode, durch welche die erhobenen Werteproben praktisch zur Annäherung an die Eingabeverteilung gezwungen und daher schneller mit den tatsächlichen Statistiken der Eingabeverteilung konvergent werden.

Summenverteilung

Bevor Sie sich für eine Probenerhebungsmethode entscheiden, ist zu empfehlen, sich erst einmal mit dem Konzept der Summenverteilung zu befassen. Jede Wahrscheinlichkeitsverteilung kann in Summenform ausgedrückt werden. Eine Summenkurve hat meistens eine Y-Achsen-Skala von 0 bis 1 und die Werte der Y-Achse stellen die Summenwahrscheinlichkeit bis hin zum entsprechenden X-Achsen-Wert dar.



Bei der vorstehenden Summenkurve ist der Summenwert .5 der Punkt, an dem die Summenwahrscheinlichkeit 50% beträgt (0,5 = 50%). Mit anderen Worten, in der Verteilung fallen 50% der Werte unter und 50% der Werte über diesen Medianwert. Der Summenwert 0 ist der Minimalwert (da 0% der Werte unter diesen Punkt fallen) und der Summenwert 1,0 ist der Maximalwert (da 100% der Werte unter diesen Punkt fallen).

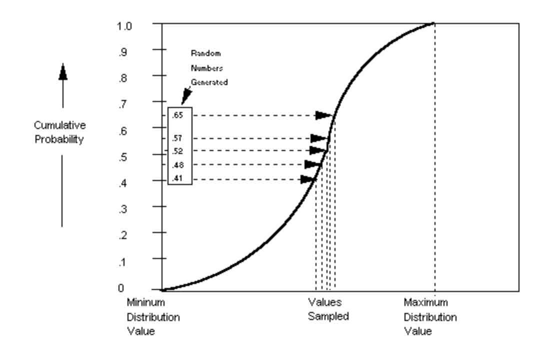
Sie werden sich vielleicht fragen, warum die Summenkurve beim Konzept der Probenerhebung so wichtig ist. Der Grund ist, dass es sich bei der Skala der Summenkurve (0 bis 1,0) um den Bereich der während der Probenerhebung zu generierenden Zufallszahlen handelt. In einer typischen Monte Carlo-Probenerhebungsfolge generiert der Computer eine Zufallszahl zwischen 0 und 1, wobei die Auftretenswahrscheinlichkeit für jede Zahl in diesem Bereich gleich ist. Die Zahl wird dann dazu benutzt, einen Wert auf der Summenkurve auszuwählen. Wenn im vorstehenden Beispiel z. B. während der Probenerhebung die Zufallszahl 0,5 generiert wurde, würde der erhobene Wert für die angezeigte Verteilung X1 sein. Die Summenkurve basiert auf der Form der Eingabewahrscheinlichkeitsverteilung. Es ist deshalb anzunehmen, dass die wahrscheinlicheren Resultate öfter als andere erhoben werden. Die wahrscheinlicheren Resultate befinden sich in dem am steilsten fallenden Bereich der Summenkurve.

Probenerhebungsmethode „Monte Carlo“

Die Methode „Monte Carlo“ beruht auf dem traditionellen Probenerhebungsverfahren, bei der Wahrscheinlichkeitsverteilung Zufalls- oder Pseudozufallszahlen zu verwenden. Der Begriff „Monte Carlo“ stammt aus dem 2. Weltkrieg, wo dieser Name als Code für die Simulation von Problemen verwendet wurde, die mit der Atombombenentwicklung zu tun hatten. Heutzutage wird Monte Carlo auf eine ganze Reihe von komplexen „Zufallsproblemen“ angewandt. Es stehen viele Algorithmen zur Verfügung, mit deren Hilfe Zufallswerte aus verschiedenen Arten von Wahrscheinlichkeitsverteilungen generiert werden können.

Bei Monte Carlo ist die Probenerhebung völlig dem Zufall überlassen, d. h. jede gegebene Werteprobe kann willkürlich irgendwo aus dem Bereich der Eingabeverteilung kommen. Es ist jedoch wahrscheinlicher, dass Proben aus Verteilungsbereichen erhoben werden, die eine höhere Auftretenswahrscheinlichkeit haben. In der bereits gezeigten Summenverteilung verwendet jeder Monte Carlo-Werteprobe eine neue Zufallszahl zwischen 0 und 1. Sofern genügend Iterationen ausgeführt werden, können durch „Monte Carlo“ die Eingabeverteilungen mittels Probenerhebung „neu erstellt“ werden. Wenn jedoch nur wenige Iterationen ausgeführt werden, kann es zu einer gewissen Zusammenballung der Werteproben kommen.



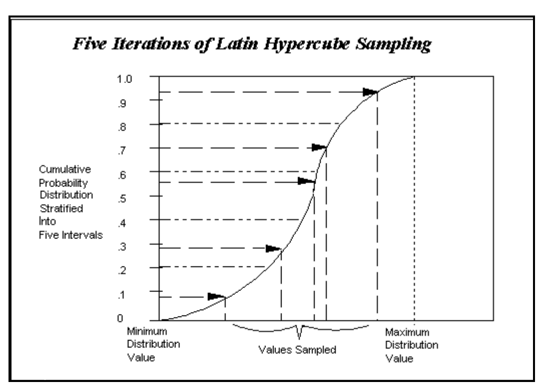


In der vorstehenden Abbildung fallen z. B. alle 5 erhobenen Werteproben in die Mitte der Verteilung. Die Werte der äußeren Verteilungsbereiche werden also durch diese Werteproben überhaupt nicht dargestellt, d. h. die Auswirkung dieser Werte auf die Ergebnisse wird in der gezeigten Simulationsausgabe nicht berücksichtigt.

Diese Zusammenballung von Werteproben kann besonders ausgeprägt sein, wenn die Verteilung Resultate mit geringer Wahrscheinlichkeit enthält, die von großer Auswirkung auf die Ergebnisse sein könnten. Es ist wichtig, dass die Auswirkungen dieser Resultate mit einbezogen werden, auch wenn sie nur eine geringe Wahrscheinlichkeit haben. Um dies zu ermöglichen, müssen Werteproben aus diesen Resultaten erhoben werden. Das Problem ist, dass bei sehr geringer Wahrscheinlichkeit für diese Resultate eine kleine Anzahl von Monte Carlo-Iterationen evtl. nicht ausreichend ist, um ihnen genügend Ausdruck zu verleihen. Dieses Problem hat zur Entwicklung von geschichteten Probenerhebungsmethoden geführt. Eine dieser Methoden ist die in @RISK verwendete Methode „Latin Hypercube".

Probenerhebungsmethode „Latin Hypercube"

Bei der Probenerhebungsmethode „Latin Hypercube" handelt es sich um eine neue Entwicklung in der Probenerhebungstechnologie, durch die es jetzt möglich ist, die Eingabeverteilung durch eine geringere Anzahl von Probenerhebungs-Iterationen nachzuahmen, als das bei der Monte Carlo-Methode möglich ist. Diese effizientere Probenerhebung wird bei „Latin Hypercube" durch die Schichtung der Eingabewahrscheinlichkeits-Verteilungen erreicht. Durch die Schichtung wird die Skala der Summenwahrscheinlichkeiten (0 bis 1,0) und damit die Summenkurve in gleiche Intervalle geteilt. Aus den einzelnen Intervallen oder Schichtungen der Eingabeverteilung wird dann jeweils eine Werteprobe erhoben. Dadurch wird die Probenerhebung gezwungen, die Werte in jedem Intervall zu berücksichtigen und auf diese Weise die Eingabewahrscheinlichkeitsverteilung genau nachzuahmen.



In der vorstehenden Abbildung ist die Summenkurve in 5 Intervalle unterteilt. Durch die Probenerhebung wird eine Werteprobe aus jedem Intervall erhoben. Sie können hier bereits den Unterschied zu den 5 zusammengeballten Werteproben sehen, die unter der Monte Carlo-Methode erhoben wurden. Es ist klar zu sehen, dass die Werteproben bei Verwendung von Latin Hypercube die Werteverteilung in der Eingabewahrscheinlichkeitsverteilung in einer zuverlässigeren Weise reflektieren.

Die bei „Latin Hypercube“ verwendete Probenerhebungsmethode ist praktisch gleichbedeutend mit „Probenerhebung ohne Wertänderung“. Die Anzahl der Summenverteilungschichtungen entspricht der Anzahl der ausgeführten Iterationen. Im vorstehenden Beispiel wurden 5 Iterationen und daher 5 Schichtungen der Summenverteilung vorgenommen. Von jeder Schichtung wird eine Werteprobe erhoben. Sobald jedoch die Werteprobe erhoben ist, wird keine weitere Probe aus dieser Schichtung erhoben, da der betreffende Wert bereits im Werteprobensatz enthalten ist.

Aber es muss noch erklärt werden, wie die Probenerhebung in einer gegebenen Schichtung vorgenommen wird. @RISK wählt in der Tat einfach eine Schichtung für die Probenerhebung aus und entscheidet dann, welcher Zufallswert aus der ausgewählten Schichtung genommen werden soll.

„Latin Hypercube“ und Resultate mit geringer Wahrscheinlichkeit

Wenn „Latin Hypercube“ bei mehreren Variablen für die Probenerhebung verwendet wird, muss die Unabhängigkeit der einzelnen Variablen bewahrt bleiben. Die Werte, die für eine Variable erhoben werden, müssen unabhängig von den Werteproben einer anderen Variable sein (sofern die Werte nicht in Korrelation gebracht werden sollen). Diese Unabhängigkeit wird sichergestellt, indem das Intervall, aus dem die Werteproben für die einzelnen Variablen erhoben werden, willkürlich ausgewählt wird. In einer gegebenen Iteration könnte die Werteprobe für Variable 1 beispielsweise aus Schichtung 4 und die Werteprobe für Variable 2 aus Schichtung 22 genommen werden. Dadurch bleibt der Zufallsfaktor und die Unabhängigkeit erhalten und wird die unerwünschte Korrelation zwischen Variablen vermieden.

„Latin Hypercube ist eine rationellere Probenerhebungsmethode und bietet eine effizientere Probenerhebung sowie schnellere Ablaufzeiten, da weniger Iterationen ausgeführt zu werden brauchen. Diese Vorteile sind in einer PC-basierten Simulationsumgebung wie @RISK besonders bemerkenswert. „Latin Hypercube" ist auch bei der Analyse von Situationen praktisch, in denen Resultate mit geringer Wahrscheinlichkeit in den Eingabewahrscheinlichkeits-Verteilungen enthalten sind. „Latin Hypercube" erzwingt bei der Probenerhebung in einer Simulation die Einbeziehung von „Ausreißern" (d. h. von weit außerhalb liegenden Ereignissen) und stellt dadurch sicher, dass solche Ereignisse entsprechend in die Simulationsausgaben mit einbezogen werden.

Wenn Resultate mit geringer Wahrscheinlichkeit von besonderer Bedeutung für Sie sind, ist es oft ratsam, eine Simulation ausschließlich für diese nicht sehr wahrscheinlichen Resultate auszuführen, um zu sehen, wie sie sich auf die Ausgabeverteilung auswirken. In diesem Fall wird durch das Modell nur das Auftreten von Resultaten mit geringer Wahrscheinlichkeit simuliert, d. h. diese Resultate werden einer 100%-igen Wahrscheinlichkeit gleichgesetzt. Auf diese Weise können diese Resultate abgesondert und die dadurch generierten Ergebnisse genau studiert werden.

Testen der Methoden

Beim Testen einer Probenerhebungsmethode wird das Konzept der Konvergenz verwendet. Wenn die Konvergenz erreicht ist, sind die Ausgabeverteilungen beständig (d. h. die Form oder Statistiken der erhobenen Verteilungen können durch weitere Iterationen nicht mehr erheblich verändert werden). Um die Konvergenz zu messen, wird meistens der Mittelwert der Werteprobe mit dem wahren Mittelwert verglichen, aber „Schiefe", Perzentil-Wahrscheinlichkeiten und andere Statistiken werden oft ebenfalls zu diesem Zwecke benutzt.

@RISK bietet eine gute Umgebung, um zu testen, wie schnell die Konvergenz mit diesen beiden Probenerhebungsmethoden erreicht werden kann. Sie brauchen nur die gleiche Anzahl von Iterationen mit jeder der beiden Probenerhebungsmethoden auszuführen und dabei eine Eingabeverteilungsfunktion als Simulationsausgabe auszuwählen. Über die in @RISK integrierte Konvergenzüberwachungsfunktion können Sie dann feststellen, wie viele Iterationen benötigt werden, um die Perzentile, den Mittelwert und die Standardabweichung zu stabilisieren. Sie sollten auf diese Weise erkennen können, das Latin Hypercube schneller zur Konvergenz führt als Monte Carlo.

Weitere Informationen über Probenerhebungsmethoden

Informationen über „Monte Carlo“ und „Latin Hypercube“ sind sowohl in der technischen als auch in der wissenschaftlichen Fachliteratur zu finden. Außerdem finden Sie unter *Empfohlene Lektüre* mehrere Bücher, die Sie in die Probenerhebung mittels „Monte Carlo“ einweisen. Spezifische Hinweise auf die Probenerhebung mittels „Latin Hypercube“ werden in einem separaten Abschnitt gegeben.

Anhang E: Verwendung von @RISK mit anderen DecisionTools®

Die „DecisionTools Suite“ von Palisade besteht aus einem kompletten Satz von Entscheidungsanalysenlösungen für Microsoft Windows. Mit den DecisionTools bietet Ihnen Palisade eine Reihe von Entscheidungshilfe-Tools, die sich die Funktionalität der Kalkulationstabellen-Software voll zu Nutze machen.

DecisionTools Suite

Die „DecisionTools Suite“ bietet Ihnen hochentwickelte Tools für alle Entscheidungen, angefangen von der Risikoanalyse, über die Empfindlichkeitsanalyse, bis hin zur Verteilungsanpassung. Die „DecisionTools Suite“ enthält folgende Softwarekomponenten:

- ***@RISK** – für Risikoanalyse unter Verwendung der „Monte-Carlo“-Simulation*
- ***TopRank**® – für Empfindlichkeitsanalyse*
- ***PrecisionTree**® – für Entscheidungsanalyse mit Entscheidungsbäumen und Zusammenhangsdiagrammen*
- ***NeuralTools**® – für neuronale Netzwerke in Excel*
- ***Evolver**® – für genetische Optimierung in Excel*
- ***StatTools**® – für Statistiken in Excel*

Die vorstehend aufgeführten Tools können zwar ohne weiteres einzeln erworben und verwendet werden, aber sie entwickeln erst zusammengenommen ihre volle Leistungsfähigkeit. Sie können beispielsweise Verlaufs- und Anpassungsdaten analysieren, um diese dann in einem @RISK-Modell zu verwenden, oder über TopRank festlegen, welche Variablen in Ihrem @RISK-Modell definiert werden sollen.

In diesem Kapitel wird erklärt, wie die einzelnen DecisionTools-Komponenten ineinandergreifen und Ihnen dadurch die wirksame Beschlussfassung erleichtern.

Hinweis: Palisade bietet auch eine @RISK-Version für „Microsoft Project" an. Mit „@RISK für Project" können Sie Projektpläne analysieren, die in „Microsoft Project", einem der marktführenden Softwarepakete für die Projektverwaltung, erstellt worden sind. Palisade gibt Ihnen gern weitere Informationen zu dieser interessanten Implementierung von @RISK!

Kaufinformationen

Alle hier erwähnten Softwareprogramme, einschließlich DecisionTools Suite, können direkt bei Palisade Corporation käuflich erworben werden. Für Bestellungen oder um zusätzliche Informationen zu erhalten, setzen Sie sich bitte wie folgt mit der technischen Verkaufsabteilung von Palisade Corporation in Verbindung:

- *Telefon:* ***(800) 432-7475*** *(nur für Anrufe innerhalb der USA) oder* ***+1-607-277-8000***
  Montag bis Freitag von 8.30 bis 17.00 Uhr US-Ostküstenzeit
- *Fax:* **(607) 277-8001**
- *E-Mail:* **sales@palisade.com**
- *Website: at* ***http://www.palisade.com***
- *oder senden Sie einen Brief an:*
  Technical Sales
  Palisade Corporation
  798 Cascadilla Street
  Ithaca, NY 14850
  USA

Palisade Europe können Sie wie folgt erreichen:

- *E-Mail:*
- *Telefon: +44 1895 425050 (GB)*
- *Fax: +44 1895 425051 (GB)*
- *oder senden Sie einen Brief an:*
  Palisade Europe
  31 The Green
  West Drayton
  Middlesex
  UB7 7PN
  Großbritannien

Palisade Asia Pacific ist wie folgt zu erreichen:

- *senden Sie Ihre E-Mail an **sales@palisade.com.au***
- *rufen Sie unter der Telefonnummer +61 2 9252 5922 (AU) an.*
- *faxen Sie unter der Nummer +61 2 9252 2820 (AU)*
- *senden Sie einen Brief an:*

Palisade Asia-Pacific Pty Limited
Suite 404, Level 4
20 Loftus Street
Sydney NSW 2000
Australien

DecisionTools-Fallstudie

Die Excelsior Elektronik AG produziert Desktop-Computer. Die Firma ist jetzt dabei, mit dem Excelsior 5000 auch in den Laptop-Markt einzutreten und möchte gern wissen, ob dieses neue Produkt der Firma auch Gewinn bringen wird. Aus diesem Grunde wurde ein Kalkulationstabellen-Modell erstellt, in dem die nächsten beiden Jahre dargestellt werden, und zwar stellt jede Spalte einen Monat dar. In dem Modell werden die Kosten für Produktion, Marketing und Versand berücksichtigt sowie der Preis pro Einheit, Anzahl der verkauften Einheiten usw. Das Fazit für jeden Monat ist die Zeile „Gewinn". Excelsior rechnet bei diesem Produkt zu Anfang mit einigen Rückschlägen, aber solange diese nicht zu gewaltig sind und der Gewinn zu Ende des zweiten Jahres aufsteigend ist, will die Firma das Projekt E5000 anlaufen lassen.

Zuerst TopRank, dann @RISK ausführen

Mit TopRank werden die kritischen Variablen für das Modell gefunden. Anschließend werden die „Gewinn"-Zellen als Ausgaben gewählt und dann wird eine automatische WENN-Analyse ausgeführt. Aus den Ergebnissen ist schnell zu erkennen, dass fünf der vielen Variablen die größte Auswirkung auf den Gewinn haben. Es handelt sich dabei um „Preis pro Einheit", „Marketing-Kosten", "Herstellungszeit", „Einkaufspreis für Speicherkomponenten" und „Einkaufspreis für CPU-Chips". Excelsior entscheidet daher, sich auf diese Variablen zu konzentrieren.

Anschließend die Wahrscheinlichkeiten auswerten

Es werden Verteilungsfunktionen benötigt, um im Kalkulationstabellenmodell die 5 Variablen zu ersetzen. Für „Preis pro Einheit" und „Herstellungszeit" werden Normalverteilungen verwendet, und zwar auf Basis von internen Entscheidungen und Informationen aus der Fertigungsabteilung von Excelsior.

Dann die Verteilungsanpassung hinzufügen

Es werden die wöchentlichen Preisangebote für Speicherkomponenten und CPUs für die letzten beiden Jahre ermittelt. Diese Daten werden dann in die @RISK-Verteilungsanpassung eingegeben und somit die Verteilungen den Daten angepasst. Durch Aussagewahrscheinlichkeitsinformationen wird bestätigt, dass die Verteilungen den Tatsachen entsprechen, und die sich daraus ergebenen @RISK-Verteilungsfunktionen werden dann in das Modell eingefügt.

Als Nächstes mittels @RISK simulieren

Sobald alle @RISK-Funktionen platziert sind, werden die „Gewinn“-Zellen als Ausgaben ausgewählt und dann eine Simulation ausgeführt. Allgemein gesehen, sind die Ergebnisse vielversprechend. Anfangs ist zwar mit Verlusten zu rechen, aber die Gewinnwahrscheinlichkeit ist 85% mit einer 25%igen Möglichkeit, dass das Projekt mehr als ursprünglich angenommen einbringen wird! Auf Basis dieser Informationen wurde dem Projekt „Excelsior 5000“ das grüne Licht gegeben.

Mithilfe von PrecisionTree die Entscheidung treffen

Excelsior Elektronik war davon ausgegangen, dass die Firma das Produkt „Excelsior 5000“ eigenhändig vertreiben würde. Aber es wird jetzt auch die Möglichkeit erwogen, verschiedene Katalogfirmen und Direktanbieter einzuschalten. Mit Hilfe von PrecisionTree wird deshalb ein Entscheidungsbaummodell erstellt, in dem der Preis pro Einheit, das Umsatzvolumen und andere wichtige Faktoren des Eigenvertriebs mit denen des Vertriebs durch Dritte verglichen werden. Aus der Entscheidungsanalyse geht laut PrecisionTree hervor, dass der Vertrieb durch Dritte für Excelsior Elektronik wirtschaftlicher ist. Daraufhin wir der entwickelte Plan entsprechend implementiert.

Einführung in TopRank®

TopRank ist das elementare WENN-Tool für Kalkulationstabellen von Palisade Corporation. Durch TopRank werden die in der Kalkulationstabelle integrierten standardmäßigen WENN- und Datentabellenfähigkeiten erheblich verbessert. Außerdem können Sie durch das Begleitpaket @RISK mühelos zur hochentwickelten Risikoanalyse übergehen.

TopRank und die WENN-Analyse

Mit Hilfe von TopRank können Sie schnell herausfinden, durch welche Kalkulationstabellenwerte oder Variablen die Ergebnisse am meisten beeinflusst werden, und zwar durch eine automatische WENN- oder Empfindlichkeitsanalyse. Durch TopRank können Sie auch automatisch jede beliebige Anzahl an Werten für eine Variable ausprobieren (in Form einer Datentabelle) und dann die für jeden Wert berechneten Ergebnisse anzeigen lassen. Über TopRank ist es sogar möglich, verschiedene Wertkombinationen für eine Gruppe von Variablen auszuprobieren (in Form einer mehrfachen WENN-Analyse) und dann die für die einzelnen Kombinationen berechneten Ergebnisse anzeigen zu lassen.

Eine der Hauptkomponenten für die Entscheidung auf Basis der Kalkulationstabelle ist immer die Ausführung einer WENN- oder Empfindlichkeitsanalyse. Durch diese Analyse wird herausgestellt, welche Variablen die Ergebnisse am meisten beeinflussen. Dadurch erkennen Sie die Faktoren, auf die Sie sich konzentrieren sollten, wenn Sie 1) weitere Daten erfassen und das Modell verfeinern sowie 2) die durchs Modell beschriebene Situation verwalten und implementieren.

TopRank ist ein Kalkulationstabellen-Add-In für Microsoft Excel. Es kann in jeder beliebigen vorhandenen oder neuen Kalkulationstabelle verwendet werden. . Zur Einrichtung von WENN-Analysen fügt TopRank den Funktionen der Kalkulationstabelle neue benutzerdefinierte *VARY*-Funktionen hinzu. Durch diese Funktionen wird angegeben, um wie viel die Kalkulationstabellenwerte in einer WENN-Analyse variiert werden können. Es kann für diese Funktionen z. B. +10% und -10%, +1000 und – 500 oder auch eine Tabelle von Werten eingegeben werden.

Durch TopRank kann außerdem eine völlig automatische WENN-Analyse ausgeführt werden. In diesem Fall wird eine hochentwickelte Revisionstechnologie angewandt, um in der Kalkulationstabelle alle Werte zu finden, welche die Ergebnisse möglicherweise beeinflussen könnten. Alle diese möglichen Werte können dann automatisch durch TopRank geändert werden, um festzustellen, welcher Wert für die Ergebnisse am wichtigsten ist.

TopRank-Anwendungen

TopRank kann genauso angewandt werden wie jede andere Kalkulationstabellenanwendung. Solange Sie das Modell in einer Kalkulationstabelle erstellen können, kann es auch mit TopRank analysiert werden. TopRank wird in der Geschäftswelt dazu benutzt, die kritischen Faktoren zu identifizieren (wie z. B. Preis, Investitionskosten, Umsatzvolumen oder Gemeinkosten), die am meisten zum Erfolg des neuen Produkts beitragen. Ingenieure können durch TopRank die einzelnen Produktkomponenten herausfinden, durch deren Qualität die Produktion des Endprodukts am meisten beeinflusst wird. In einer Bank kann TopRank bei der Darlehensverleihung dazu verwendet werden, das entsprechende Darlehensmodell mit verschiedenen Zinssatz-, Kreditsummen- und Abzahlungskombinationen auszuführen, um die verschiedenen Szenarios mit dem Bankkunden zu besprechen. Ganz gleich ob es sich um Unternehmensführung, Wissenschaft, Technik, Buchhaltung oder um irgendein anderes Gebiet handelt, TopRank ist immer ein wichtiges Tool, wenn Sie herausfinden wollen, welche Variablen die Ergebnisse am meisten beeinflussen.

Modellierfunktionen

Warum TopRank?

Als Add-In für Microsoft Excel fügt TopRank diesem Programm ganz automatisch wichtige WENN-Analysenfähigkeiten hinzu. Das TopRank-System bietet Ihnen die notwendigen Tools, um für jedes beliebige Kalkulationstabellen-Modell eine WENN-Analyse auszuführen. Obendrein arbeitet TopRank mit Menüs und Funktionen, die Sie aus dem Excel-Programm bereits kennen.

Die WENN-Analyse und die Datentabellen sind zwar Funktionen, die direkt in der Kalkulationstabelle ausgeführt werden können, aber nur in einem manuellen, unstrukturierten Format. Wenn Sie z. B. in der Kalkulationstabelle einen Zellwert ändern und ein neues Ergebnis berechnen, ist das bereits eine einfache WENN-Analyse. Ebenso kann eine Datentabelle, die Ihnen das Ergebnis für die Kombinationen aus zwei Werten gibt, ziemlich einfach in der Kalkulationstabelle erstellt werden.

Durch TopRank werden diese Aufgaben jedoch ganz automatisch ausgeführt und die Ergebnisse für Sie entsprechend analysiert. TopRank führt unaufgefordert WENN-Analysen für alle Werte in der Kalkulationstabelle aus, die das Ergebnis irgendwie beeinflussen könnten. Sie brauchen die Werte also nicht einzeln zu ändern und neu zu berechnen. Anschließend zeigt Ihnen TopRank, welcher Kalkulationstabellenwert für das Ergebnis am wichtigsten ist.

Mehrfache WENN-Analyse

Mit Hilfe von TopRank können auch Datentabellenkombinationen automatisch ausgeführt werden, ohne dass Sie in der Kalkulationstabelle Tabellen einzurichten brauchen. Sie können bei dieser mehrfachen WENN-Analyse mehr als zwei Variablen kombinieren (d. h. Sie können Kombinationen aus jeder beliebigen Anzahl von Variablen erstellen) und diese Kombinationen dann nach ihrer Wichtigkeit für die Ergebnisse einordnen. Alle diese hochentwickelten und automatischen Analysen können schnell und mühelos ausgeführt werden, da TopRank alle benutzten Werte und Kombinationen sowie deren Ergebnisse separat von der Kalkulationstabelle festhält. Da dieses alles automatisch erfolgt, kann Ihnen TopRank die WENN- und mehrfachen WENN-Analysenergebnisse praktisch unverzüglich zur Verfügung stellen. Dadurch kann selbst der Modellier-Novize ausgezeichnete Analysenergebnisse erzielen.

TopRank-Funktionen

In TopRank werden die Variationen in den Kalkulationstabellenwerten durch Funktionen definiert. Zu diesem Zweck hat TopRank dem Excel-Funktionssatz eine Reihe von neuen Funktionen hinzugefügt, durch die jeweils ein Variationstyp für die Werte angegeben wird. Es handelt sich dabei um folgende Funktionen:

- ***Vary-*** *und* ***AutoVary-****Funktionen, durch die während einer WENN-Analyse ein Kalkulationstabellenwert quer über einen definierten Plus(+)- und Minus(-)-Bereich hinweg geändert wird.*
- ***VaryTable-****Funktionen, durch die während einer WENN-Analyse die einzelnen Tabellenwerte nacheinander für einen Kalkulationstabellenwert eingesetzt werden.*

TopRank verwendet Funktionen, um während einer WENN-Analyse die Kalkulationstabellenwerte zu ändern und um die Ergebnisse festzuhalten, die im Zusammenhang mit den einzelnen Wertänderungen berechnet worden sind. Diese Ergebnisse werden dann nach dem Ausmaß der Änderung im Vergleich zu den ursprünglich erwarteten Ergebnissen eingereiht. Anschließend werden die Funktionen, welche die größte Veränderung verursacht haben, als die für das Modell wichtigsten identifiziert.

TopRank Pro enthält über 30 @RISK-Verteilungsfunktionen. Diese Funktionen können zusammen mit den *VARY*-Funktionen dazu verwendet werden, Variationen in Kalkulationstabellenwerten zu beschreiben.

Wie werden TopRank-Funktionen eingegeben?

TopRank-Funktionen werden immer dort eingegeben, wo Sie in einer WENN-Analyse einen anderen Wert ausprobieren wollen. Die Funktionen können in der Kalkulationstabelle zu allen beliebigen Zellen hinzugefügt werden und können auch Argumente, d. h. Zellbezüge und Ausdrücke, mit einbeziehen. Dadurch wird Ihnen eine außergewöhnliche Flexibilität im Definieren von Werte-Variationen in Kalkulationstabellen-Modellen gegeben.

Sie können zwar die *VARY*-Funktionen manuell eingeben, aber TopRank kann das auch automatisch für Sie tun. Sie sollten diese automatische Fähigkeit dazu benutzen, Kalkulationstabellen schnell und mühelos zu analysieren, ohne die zu verändernden Werte manuell identifizieren und die Funktionen eingeben zu müssen.

Automatisierte WENN-Analysen

Bei der automatischen Eingabe von *VARY*-Funktionen geht TopRank durch die ganze Kalkulationstabelle und sucht nach allen Werten, welche möglicherweise die identifizierte Ergebniszelle beeinflussen könnten. Sobald TopRank einen möglichen Wert findet, ersetzt es ihn durch eine AUTOVARY-Funktion, welche die ausgewählten Standardvariations-Parameter (wie z. B. +10% und -10%) enthält. Mit diesen eingefügten *AUTOVARY*-Funktionen kann TopRank dann die WENN-Analyse ausführen und die Werte, welche die Ergebnisse beeinflussen könnten, der Wichtigkeit nach einreihen.

Mit Hilfe von TopRank können Sie schrittweise die VARY- und *AUTOVARY*-Funktionen verarbeiten und die durch die einzelnen Funktionen angegebenen Variationen ändern. Als Standardwert können Sie die Variation -10% und +10% verwenden, aber bei gewissen Werten ist vielleicht eine Variation von -20% und +30% angebrachter. Sie können sich auch entscheiden, den Wert nicht variieren zu lassen, da in einigen Fällen der Kalkulationstabellenwert vielleicht festliegt und sich unter keinen Umständen ändern kann.

Eine WENN-Analyse ausführen

Während der Analyse werden durch TopRank die Werte für die einzelnen *VARY*-Funktionen geändert und die Kalkulationstabelle dann mit jedem neuen Wert neu berechnet. Durch jede Neuberechnung wird der neue in den einzelnen Ergebniszellen berechnete Wert erfasst. Dieser Wertveränderungs- und Neuberechnungsvorgang wird für jede *VARY*- und *VARYTABLE*-Funktion wiederholt. Die Anzahl der ausgeführten Neuberechnungen hängt davon ab, wie viele *VARY*-Funktionen eingegeben wurden, wie viele Schritte (d. h. wie viele Werte quer über den Min.-Max.-Bereich) für jede Funktion versucht werden sollen, wie viele *VARYTABLE*-Funktionen eingegeben wurden und welche Werte sich in den einzelnen Tabellen befinden.

TopRank-Ergebnisse

Durch TopRank werden alle VARY-Werte ihrer Auswirkung auf die einzelnen ausgewählten Ergebniszellen oder Ausgaben nach eingereiht. Die Auswirkung entspricht dem Ausmaß der Änderung, die für den Ausgabewert bei Änderung des Eingabewerts berechnet wurde. Wenn das Ergebnis des Kalkulationstabellen-Modells vor der Werteänderung z. B. 100 und nach Eingabeänderung 150 war, ist die durch die Eingabeänderung verursachte Änderung in den Ergebnissen gleich +50%.

TopRank-Ergebnisse können durch ein Tornado-, Schaufelrad- oder Empfindlichkeitsdiagramm grafisch dargestellt werden. Durch diese Diagramme werden die Ergebnisse zusammengefasst, so dass Sie mühelos erkennen können, welche Eingaben für die Ergebnisse am wichtigsten sind.

Verwendung von @RISK mit TopRank

Die WENN-Analyse ist oft die erste Analyse, die für eine Kalkulationstabelle ausgeführt wird. Die Ergebnisse dieser WENN-Analyse führen zu einer weiteren Verbesserung des Modells, zu weiteren Analysen und schließlich zu einer endgültigen Entscheidung auf Basis des bestmöglichen Modells. In der Kalkulationstabelle folgt nach der WENN-Analyse oft die Risikoanalyse, bei der es sich um eine leistungsfähige analytische Methode handelt, die durch das Begleitprodukt zu TopRank, nämlich @RISK, zur Verfügung gestellt wird.

Von der WENN-Analyse zur Simulation

Durch die WENN-Analyse wird zuerst einmal identifiziert, was im Modell von Wichtigkeit ist. Danach können Sie sich dann auf diese identifizierten wichtigen Komponenten konzentrieren, um eine bessere Schätzung der entsprechenden Werte zu erzielen. Gewöhnlich gibt es mehrere oder sogar eine ganze Reihe von wichtigen unbestimmten Komponenten, die sich in Realität evtl. alle zur gleichen Zeit verändern könnten. Um solch ein unbestimmtes Modell zu analysieren, müssen Sie eine Risikoanalyse oder aber eine Monte Carlo-Simulation ausführen. In der Risikoanalyse werden alle unbestimmten Eingaben gleichzeitig verändert (genau wie das in Realität passieren würde), es wird dann ein Bereich und eine Verteilung aller Ergebnisse erstellt, die evtl. auftreten könnten.

Bei der Risikoanalyse werden Eingaben durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung beschrieben, wie z. B. NORMAL, LOGNORMAL, BETA oder BINOMIAL. Es handelt sich hier um eine erheblich detailliertere Beschreibung der im Eingabewert enthaltenen Unbestimmtheit, als das durch eine einfache +/-%-Variation möglich wäre. Durch die Wahrscheinlichkeitsverteilung wird sowohl der Bereich der für eine Eingabe möglichen Werte als auch die Auftretenswahrscheinlichkeit eines Wertes in diesem Bereich angezeigt. Mit Hilfe der Simulation werden diese Eingabeverteilungen dann kombiniert, um sowohl einen Bereich der möglichen Modellergebnisse als auch die Auftretenswahrscheinlichkeit der einzelnen Ergebnisse zu generieren.

WENN-Definitionen in einer Risikoanalyse verwenden

Die einfache Plus(+)- und Minus(-)-Änderung, die in der WENN-Analyse durch eine *VARY*-Funktion definiert ist, kann auch direkt in der Risikoanalyse verwendet werden. @RISK erhebt die Werteproben aus den *VARY*-Funktionen tatsächlich direkt in der Risikoanalyse.

Die durch @RISK während einer Simulation aus den *VARY*- und *VARYTABLE*-Funktionen erhobenen Werte hängen entweder von dem für die Funktion eingegebenen Verteilungsargument oder von der Standardverteilungseinstellung in TopRank ab. Die Werteproben bei der TopRank-Funktion *RiskVary(100;-10;+10),* mit einer Standardverteilungseinstellung von „Uniform" und einem Standardbereichstyp von +/-%, werden z. B. genauso erhoben wie bei der @RISK-Verteilung *RiskUniform(90;110).* Mit anderen Worten, die Probenerhebung erfolgt bei den *VARYTABLE*-Funktionen in TopRank in gleicher Weise wie bei den *RISKDUNIFORM*-Funktionen in @RISK.

Unterschiede zwischen TopRank und @RISK

TopRank und @RISK haben eine gemeinsame Benutzeroberfläche. Es könnte deshalb leicht angenommen werden, dass beide dieselben Funktionen ausführen. Die beiden Programme führen jedoch unterschiedliche, wenn auch komplementäre Aufgaben aus. Die Frage ist nicht, ob Sie lieber @RISK oder TopRank verwenden sollten. Die Frage ist, ob Sie nicht lieber BEIDE verwenden sollten!

Ähnlichkeiten

Sowohl @RISK als auch TopRank sind Add-Ins zum Analysieren von Kalkulationstabellen-Modellen. Anhand von besonderen Kalkulationstabellen-Formeln wird von beiden Programmen untersucht, wie die Unbestimmtheit sich auf das Modell und daher auf Ihre Entscheidungen auswirkt. Die gemeinsame Benutzeroberfläche sorgt für einen reibungslosen Übergang zwischen den beiden Produkten. Mit anderen Worten, an Stelle von zwei Lernkurven haben Sie es nur mit einer zu tun!

Unterschiede

In den folgenden drei Hauptbereichen unterscheiden sich @RISK und TopRank voneinander:

- *Eingaben* – *d. h. in der Definition von Unbestimmtheit im Modell*
- *Berechnungen* – *in dem, was sich während der Analyse abspielt*
- *Ergebnisse* – *in der Art der Antworten, die Sie aus den Analysen erhalten*

Eingaben

In @RISK wird die Unbestimmtheit im Modell durch Verteilungsfunktionen definiert. Durch diese Funktionen werden alle für die Eingabe möglichen Werte definiert, zusammen mit der entsprechenden Auftretenswahrscheinlichkeit des jeweiligen Werts. In @RISK sind über 30 Verteilungsfunktionen verfügbar.

Um in @RISK die Unbestimmtheit definieren zu können, müssen Sie jedem Wert, den Sie für unbestimmt halten, eine Verteilungsfunktion zuordnen. Der Benutzer muss bestimmen, welche Eingaben unbestimmt sind und welche Verteilungsfunktion die Unbestimmtheit am besten beschreibt.

In TopRank wird die Modellunbestimmtheit durch *VARY*-Funktionen definiert. Diese Funktionen sind recht einfach. Sie definieren die möglichen Eingabewerte, ohne diesen irgendwelche Wahrscheinlichkeiten zuzuordnen. Es gibt nur zwei grundlegende *VARY*-Funktionen in TopRank, nämlich *VARY* und *VARYTABLE*.

TopRank ermöglicht Ihnen, bei jeder Ausgabeauswahl im Modell automatisch die variablen Zellen definieren zu lassen. Sie brauchen nicht zu wissen, welche Zellen unbestimmt oder wichtig sind; TopRank übernimmt diese Identifizierung für Sie.

Berechnungen

In @RISK kann eine Simulation vom Typ „Monte Carlo“ oder „Latin Hypercube“ ausgeführt werden. Bei jeder Iteration (d. h. bei jedem Schritt) erfasst jede @RISK-Verteilung im Kalkulationstabellenmodell einen neuen Wert, der durch die Verteilungsfunktion bestimmt ist. Für eine gründliche Analyse sind in @RISK Hunderte und mitunter sogar Tausende von Iterationen erforderlich.

In TopRank kann eine einfache oder auch eine mehrfache Empfindlichkeitsanalyse ausgeführt werden. Während der Analyse kann nur eine Zelle (oder können nur wenige Zellen) gleichzeitig variieren, und zwar entsprechend der in der Funktion VARY definierten Werte. In TopRank sind nur wenige Iterationen erforderlich, um eine große Anzahl von unbestimmten Zellen zu untersuchen.

Ergebnisse

Für jede definierte Ausgabe erstellt @RISK als Analysenergebnis eine Wahrscheinlichkeitsverteilung. Durch diese Verteilung wird beschrieben, welche Werte eine Ausgabe (z. B. die Ausgabe „Gewinn“) haben kann und wie wahrscheinlich gewisse Resultate sind. @RISK könnte z. B. darauf hinweisen, dass eine 30%ige Wahrscheinlichkeit besteht, dass Ihre Firma im kommenden Quartal Verlust macht.

Für jede definierte Ausgabe wird durch TopRank angezeigt, welche Eingaben die größte Auswirkung auf die Ausgabe haben. Die Ergebnisse zeigen Ihnen das Ausmaß der Änderung, das sie in einer Ausgabe erwarten können, wenn eine gegebene Eingabe um den definierten Wert verändert wird. TopRank könnte z. B. darauf hinweisen, dass die Gewinne Ihrer Firma sehr vom Umsatzvolumen abhängen, und dass Sie bei einem Umsatz von nur 1000 Einheiten einen Verlust von einer Million DM erleiden werden. TopRank bringt also in diesem Fall zum Ausdruck, dass Sie sich auf ein hohes Umsatzvolumen konzentrieren müssen, um Gewinne zu erzielen.

Der wichtigste Unterschied zwischen den beiden Paketen ist, dass in @RISK die gesamte Unbestimmtheit aller sich auf die Ausgabe auswirkenden Variablen untersucht wird. TopRank zeigt dagegen nur an, wie sich eine einzige Eingabe oder einige wenige Eingaben auf die Ausgabe auswirken. Mit anderen Worten, während TopRank schneller und einfacher zu benutzen ist, kann @RISK Ihnen einen detaillierteren und umfassenderen Einblick in das Problem geben. **Wir empfehlen Ihnen sehr, zuerst TopRank zu verwenden, um die wichtigsten Variablen herauszufinden. Anschließend sollten Sie dann @RISK verwenden, um durch eine umfassende Problemanalyse auf die bestmöglichen Ergebnisse zu kommen.**

Übersicht

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Sie durch TopRank erfahren, welches die wichtigsten Variablen für das Modell sind. Die Ergebnisse einer TopRank-WENN-Analyse können als solche zu einer besseren Beschlussfassung beitragen. Für eine ganz gründliche Analyse sollten Sie jedoch sowohl TopRank als auch @RISK verwenden, und zwar zuerst TopRank, um die für das Modell wichtigsten Variablen festzustellen, und dann @RISK, um die Unbestimmtheit in diesen Variablen zu definieren und anschließend eine Simulation auszuführen. Mit TopRank können Sie die @RISK-Simulationen optimieren, indem die Unbestimmtheit nur in den wichtigsten Variablen definiert wird. Dadurch wird die Simulation erheblich schneller und auch kompakter.

Einführung in PrecisionTree™

Bei dem Palisade-Produkt „PrecisionTree" handelt es sich um ein Entscheidungsanalysen-Add-In für Microsoft Excel. Mit dieser Zusatzkomponente können Sie jetzt etwas erreichen, was vorher nicht möglich war – Sie können nämlich direkt in der Kalkulationstabelle einen Entscheidungsbaum oder ein Zusammenhangsdiagramm definieren. Mit Hilfe von PrecisionTree können Sie eine komplette Entscheidungsanalyse ausführen, ohne dabei die Kalkulationstabelle verlassen zu müssen!

Nutzen von Entscheidungsanalyse und PrecisionTree

Vielleicht fragen Sie sich, ob sich die von Ihnen zu treffenden Entscheidungen überhaupt für die Entscheidungsanalyse eignen. Diese Frage kann meistens bejaht werden, denn wenn Sie nach einem Weg suchen, Ihre Entscheidungen besser zu strukturieren, um sie anderen gegenüber leichter erklärbar zu machen, sollten Sie es auf jeden Fall einmal mit der formalisierten Entscheidungsanalyse versuchen.

Bei großen komplexen Entscheidungen müssen Sie als Entscheidungsträger in der Lage sein, das Problem organisch effizient anzuordnen. Mit anderen Worten, Sie müssen alle möglichen Optionen in Betracht ziehen, indem Sie alle verfügbaren Informationen genau analysieren. Außerdem müssen Sie auch in der Lage sein, diese Informationen anderen beteiligten Personen in gut verständlicher Form vorlegen zu können. Durch PrecisionTree ist das alles ohne große Umstände möglich und sogar noch mehr!

Aber was genau ermöglicht Ihnen die Entscheidungsanalyse? Als Entscheidungsträger können Sie z. B. die einzelnen Optionen und Vorteile sowie die Unbestimmtheit quantitativ beschreiben, mehrere Ziele gegeneinander abwägen und die Risikoprioritäten definieren. Und das alles direkt in der Excel-Kalkulationstabelle.

Modellierfunktionen

PrecisionTree und Microsoft Excel

Als „Add-In" zu Microsoft Excel kann PrecisionTree direkt mit Excel verknüpft werden, um diesem Programm neue Entscheidungsanalysen-Fähigkeiten hinzuzufügen. Durch das PrecisionTree-System werden alle Tools zur Verfügung gestellt, die für das Einrichten und Analysieren von Entscheidungsbäumen und Zusammenhangsdiagrammen erforderlich sind. Obendrein arbeitet PrecisionTree mit Menüs und Funktionen, die Sie aus dem Excel-Programm bereits kennen.

In PrecisionTree gibt es kein Limit für die Größe der Baumstruktur, die Sie vielleicht definieren möchten. Sie können z. B. eine Struktur entwerfen, die in einer Excel-Arbeitsmappe mehrere Arbeitsblätter umfasst! Obendrein zeigt PrecisionTree die Baumstruktur in Form eines leicht zu verstehenden Berichts an, und zwar direkt in der aktuellen Arbeitsmappe.

Entscheidungsknoten in PrecisionTree

Durch PrecisionTree sind Sie in der Lage, in Excel-Kalkulationstabellen verschiedene Diagramme und Entscheidungsbäume zu definieren und zu beeinflussen. Folgende Knotentypen sind in PrecisionTree verfügbar:

- *Zufallsknoten*
- *Entscheidungsknoten*
- *Endknoten*
- *Zufallsknoten*
- *Zufallsknoten*

Die Werte und Wahrscheinlichkeiten für die Knoten werden direkt in den Kalkulationstabellenzellen platziert, wodurch Sie mühelos die Definition der Entscheidungsmodelle eingeben und auch bearbeiten können.

Modelltypen

Durch PrecisionTree können sowohl Entscheidungsbäume als auch Zusammenhangsdiagramme erstellt werden. Letztere sind sehr praktisch, um klar und kurzgefasst die Beziehung zwischen Ereignissen sowie die allgemeine Entscheidungsstruktur anzuzeigen. Entscheidungsbäume umreißen dagegen die chronologischen und numerischen Einzelheiten der Entscheidung.

Werte in Modellen

In PrecisionTree werden alle Werte und Wahrscheinlichkeiten für das Entscheidungsmodell direkt in die Kalkulationstabellenzellen eingegeben, genauso wie das auch bei anderen Excel-Modellen der Fall ist. PrecisionTree ist auch in der Lage, bestimmte Werte eines Entscheidungsmodells direkt mit den von Ihnen angegebenen Positionen im Kalkulationstabellenmodell zu verknüpfen. Die Ergebnisse aus diesem Modell können dann als Ablaufsmöglichkeiten für die einzelnen Pfade im Entscheidungsbaum eingesetzt werden.

Alle **Ablaufsberechnungen** werden in Echtzeit vorgenommen, d. h. während Sie den Entscheidungsbaum bearbeiten, werden alle **Ablaufs**- und Knotenwerte automatisch neu berechnet.

Entscheidungs-analyse

Über die PrecisionTree-Entscheidungsanalysen erhalten Sie klare und geradlinige Berichte, die Statistikberichte, Risikoprofile sowie (bei PrecisionTree Pro) auch Vorschläge für die Vorgehensweise mit einbeziehen. Auch können Sie durch die Entscheidungsanalyse zu stärker qualitativ betonten Ergebnisse kommen, da Sie durch diese Analyse die involvierten Kompromisse, Interessenkonflikte und wichtigen Ziele besser verstehen können.

Alle Analysenergebnisse werden direkt in Excel berichtet, damit sie mühelos angepasst, ausgedruckt und gespeichert werden können. Sie brauchen nicht erst eine ganze Reihe von neuen Formatierungsbefehlen zu lernen, da PrecisionTree-Berichte genauso wie jedes andere Excel -Arbeitsblatt oder -Diagramm sehr einfach modifiziert werden können.

Empfindlichkeits-analyse

Haben Sie schon mal darüber nachgedacht, welche Variablen wohl die wichtigsten bei Ihrer Entscheidung sind? Wenn ja, sollten Sie die Empfindlichkeitsanalysenoptionen von PrecisionTree in Betracht ziehen. Über diese Optionen können Sie sowohl Einweg- als auch dialogfähige Empfindlichkeitsanalysen ausführen sowie Tornado-, Schaufelrad- und (in PrecisionTree Pro) sogar strategische Regionaldiagramme erstellen... und außerdem noch vieles mehr!

Für diejenigen Benutzer, die höher entwickelte Empfindlichkeitsanalysen benötigen, kann PrecisionTree direkt mit TopRank, dem Empfindlichkeitsanalysen-Add-In von Palisade Corporation, verknüpft werden.

Verkleinerung eines Entscheidungs-baumes

Mit zunehmenden Entscheidungsoptionen können Entscheidungsbäume mitunter recht umfangreich werden. PrecisionTree bietet Ihnen daher eine Reihe von Funktionen, die Ihnen dabei helfen sollen, die Entscheidungsbäume auf eine besser überschaubare Größe zu bringen. Jeder beliebige Entscheidungsbaumknoten kann ausgeblendet werden, wodurch dann alle Pfade, die dem betreffenden Knoten folgen, ebenfalls ausgeblendet sind. Auch kann auf einen untergeordneten Baum von mehreren anderen Entscheidungsbaumknoten aus Bezug genommen werden, wodurch ein und derselbe Baum nicht immer wieder angezeigt zu werden braucht.

Programm-auswertung

Mitunter benötigen Sie wahrscheinlich ein Hilfsmittel, um eine Programmfunktion erstellen zu können, über die Sie in den Entscheidungsmodellen Ihre Risikofreudigkeit bzw. Risikoscheue mit einkalkulieren können. PrecisionTree enthält Tools, mit deren Hilfe Sie genau feststellen können, wie risikofreudig Sie eigentlich sind, und über die Sie auch Ihre eigenen Programmfunktionen erstellen können

Erweiterte Analysenfähigkeiten

PrecisionTree bietet Ihnen viele Optionen für erweiterte Analysen, wie z. B. die folgenden:

- *Programmfunktionen*
- *Verwendung mehrerer Arbeitsblätter zum Definieren von Baumstrukturen*
- *Zufallsknoten*

Verwendung von @RISK mit PrecisionTree

@RISK ist das perfekte Begleitprodukt zu PrecisionTree. @RISK ermöglicht Ihnen, die Unbestimmtheit in den Werten und Wahrscheinlichkeiten zu quantifizieren, die zur Definition der Entscheidungsbäume beitragen. Auch macht @RISK es möglich, Zufallsereignisse in Form eines stetigen Bereichs von möglichen Ergebnissen genauer zu beschreiben. Unter Verwendung dieser Informationen führt @RISK dann eine Monte Carlo-Simulation des Entscheidungsbaums aus, indem jedes mögliche Ergebnis analysiert wird. Außerdem werden auf diese Weise auch die voraussichtlich auf Sie zukommenden Risiken grafisch dargestellt.

Verwendung von @RISK zum Quantifizieren der Unbestimmtheit

Mit Hilfe von @RISK können in Entscheidungsbäumen und zugehörigen Kalkulationstabellenmodellen durch Verteilungsfunktionen alle unbestimmten Zweigwerte und -wahrscheinlichkeiten mühelos definiert werden. Wenn z. B. ein Zweig eines Entscheidungs- oder Zufallsknotens einen unbestimmten Wert enthält, kann dieser durch eine @RISK-Verteilungsfunktion genau beschrieben werden. Während einer normalen Entscheidungsanalyse kann der erwartete Wert der Verteilungsfunktion dann als Zweigwert verwendet werden. Mit anderen Worten, im Entscheidungsbaum kann der erwartete Pfadwert auf diese Weise mit Hilfe des Verteilungsfunktions-Wertes berechnet werden.

Bei Ausführung einer Simulation mittels @RISK wird jedoch in allen Iterationen eine Werteprobe aus den einzelnen Verteilungsfunktionen erhoben. Danach werden der Entscheidungsbaum und dessen Knoten unter Verwendung des neuen Werteprobensatzes neu berechnet und die Ergebnisse durch @RISK aufgezeichnet. Anschließend wird dann der Bereich der möglichen Werte für den Entscheidungsbaum angezeigt. Anstelle eines Risikoprofils mit einem diskontinuierlichen Satz von möglichen Ergebnissen wird in diesem Fall durch @RISK eine stetige Verteilung von möglichen Ergebnissen generiert. Das heißt, die Auftretenswahrscheinlichkeit ist dadurch für alle Ergebnisse gleich.

Zufallsereignissen als ein kontinuierlicher Bereich möglicher Resultate

Zufallsereignisse müssen in Entscheidungsbäumen in Form von diskontinuierlichen Ergebnissen (d. h. als Zufallsknoten mit begrenzter Anzahl von Ergebniszweigen) beschrieben werden. In Wirklichkeit sind aber viele unbestimmte Ereignisse natürlich von stetiger Natur, d. h. es kann oft praktisch jeder zwischen dem Minimum und Maximum liegende Wert auftreten.

Bei Verwendung von @RISK und PrecisionTree wird das Modellieren von stetigen Ereignissen durch Benutzung von Verteilungsfunktionen erheblich vereinfacht. Auch kann der Entscheidungsbaum durch @RISK-Funktionen kleiner und leichter verständlich gemacht werden!

Methoden für die Neuberechnung während der Simulation

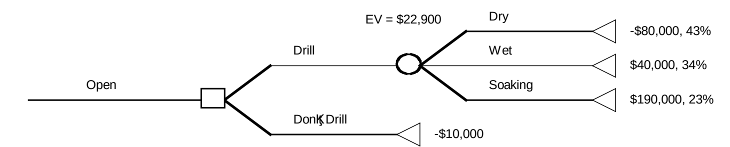
Während einer durch @RISK ausgeführten Simulation stehen für die Neuberechnung eines Entscheidungsmodells zwei Optionen zur Verfügung. Durch die erste Option, „Expected Values of the Model", wird @RISK veranlasst, erst einmal mit jeder Iteration Werteproben aus allen im Modell enthaltenen Verteilungsfunktionen und den zugehörigen Kalkulationstabellen zu erheben. Anschließend wird dann das Modell unter Verwendung der neuen Werte neu berechnet, um einen neuen erwarteten Wert zu generieren. Bei der Ausgabe der Simulation handelt es sich in der Regel um die Zelle, die den erwarteten Wert für das Modell enthält. Abschließend wird dann eine Ausgabeverteilung generiert, die dem möglichen Bereich der erwarteten Werte für das Modell und auch der relativen Wahrscheinlichkeit deren Auftretens am besten entspricht.

Durch die zweite Option, „Values of One Sampled Path Through the Model", wird @RISK angewiesen, bei jeder Iteration der Simulation nach dem Zufallverfahren Werteproben aus einem bestimmten Pfad im Modell zu erheben. Das heißt, der über die einzelnen Zufallsknoten verfolgte Zweig wird nach dem Zufallsverfahren ausgewählt, und zwar auf Basis der für diesen Zweig eingegebenen Wahrscheinlichkeiten. Bei dieser Methode brauchen im Modell keine Verteilungsfunktionen vorhanden zu sein. Wenn solche Funktionen jedoch benutzt werden, wird mit jeder Iteration eine neue Werteprobe generiert und für die Pfadwertberechnung verwendet. Bei der Simulationsausgabe handelt es sich um die Zelle, die den Modellwert enthält, wie z. B. den Wert des Stammknotens der Baumstruktur. Abschließend wird eine Ausgabeverteilung generiert, die dem möglichen Bereich der Modell-Ausgabewerte und deren Auftretenswahrscheinlichkeit am besten entspricht.

Verwendung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen in Knoten

Wir wollen uns hier einmal einen Zufallsknoten in einem Entscheidungsbaum für Ölbohrungen ansehen:

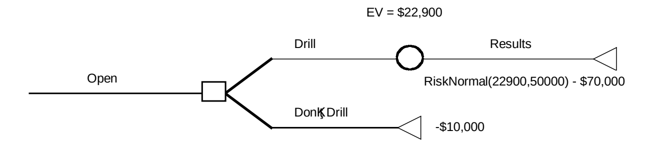
Ölbohrentscheidung mit offenen Testergebnissen



Die Bohrresultate sind hier in drei diskontinuierliche Ergebnisse unterteilt, nämlich „Dry“ (Trocken), „Wet“ (Ölgetrangt) und „Soaking“ (Öltriefend). In Wirklichkeit müsste die Ölfündigkeit aber eigentlich durch eine stetige Verteilung beschrieben werden. Angenommen, der Gewinn aus dem Ölbohrungsgeschäft lässt sich durch eine Log-Normalverteilung mit einem Mittelwert von $ 22.900 und einer Standardabweichung von $ 50.000, d. h. durch die @RISK-Verteilung =*RiskLognorm(22900;50000)* beschreiben.

Um diese Funktion in unserem Ölbohrmodell verwenden zu können, müssen wir den Zufallsknoten so ändern, dass nur ein Zweig vorhanden ist und der Wert dieses Zweiges durch die @RISK-Funktion definiert ist. Das neue Modell sollte dann wie folgt aussehen:

Ölbohrentscheidung mit Wahrscheinlichkeitsverteilung



Während einer @RISK-Simulation gibt die Funktion *RiskLognorm* Zufallswerte für den Ablaufswert des Knotens „Ergebnisse“ (Ergebnisse) zurück und PrecisionTree berechnet dann einen neuen erwarteten Wert für den Entscheidungsbaum.

Entscheidungs-erzwingung während der Simulation

Aber was ist die Entscheidung – soll gebohrt werden oder nicht? Falls sich der erwartete Wert für den Bohrknoten „Drill" verändert, könnte sich die Bestwertentscheidung ebenfalls von Iteration zu Iteration ändern. Das würde bedeuten, dass wir das Bohrergebnis bereits vor Entscheidungstreffung wissen. Um eine solche Situation zu vermeiden, können Sie in PrecisionTree die Option „Decisions Follow Current Optimal Path" aktivieren, um Entscheidungen bereits vor Ausführung einer @RISK-Simulation zu erzwingen. Jeder Entscheidungsknoten in der Baumstruktur wird dann zu einem erzwungenen Entscheidungsknoten, d. h. die einzelnen Entscheidungsknoten werden veranlasst, die Entscheidung zu wählen, die zum Zeitpunkt des Befehls als optimal erkannt wird. Dadurch werden Entscheidungsänderungen vermieden, die sonst evtl. aufgrund von während der Risikoanalyse auftretenden Veränderungen in Entscheidungsbaum-Werten und Wahrscheinlichkeiten auftreten könnten.

Verwendung von @RISK zum Analysieren von Entscheidungsoptionen

Wichtigkeit von vollständigen Informationen

Mitunter kann es sehr wichtig sein, das Ergebnis eines Zufallsereignisses bereits vor der Entscheidungstreffung zu wissen. Mit anderen Worten, es kann wichtig sein, den Wert der vollständigen Informationen zu wissen.

Bei Entscheidungserzwingung kennen Sie bereits vor Ausführung der Risikoanalyse den erwarteten Wert für die Bohrentscheidung, und zwar aus dem sich für den Knoten „Drill Decision" ergebenden Wert. Wenn Sie dagegen eine Risikoanalyse des Modells ohne Entscheidungserzwingung ausführen würden, könnten Sie aus dem Rückgabewert des Knotens „Drill Decision" nur erkennen, was der erwartete Wert der Entscheidung sein würde, *wenn Sie die Zukunft genau voraussagen könnten.* Der Unterschied zwischen diesen beiden Werten ist vielleicht so groß, dass es sich lohnt, vor der Entscheidungstreffung durch zusätzliche Tests weitere Informationen einzuholen.

Auswahl der @RISK-Ausgaben

Eine Risikoanalyse auf Basis eines Entscheidungsbaumes kann je nach Art der im Modell ausgewählten Ausgabezellen zu vielerlei Ergebnissen führen. Beispielsweise kann der wahre erwartete Wert, der Wert vollständiger Informationen und der Wert der Pfadwahrscheinlichkeiten festgestellt werden.

Startknoten

Wählen Sie den Wert für einen Startknoten im Entscheidungsbaum (oder für den Startpunkt eines untergeordneten Baumes) aus, um aus der @RISK-Simulation ein Risikoprofil zu erstellen. Da @RISK-Verteilungen einen besonders großen Bereich von Zufalls-Variablen ergeben, sind die so generierten Diagramme meistens weicher gezeichnet und auch vollständiger als die herkömmlichen diskontinuierlichen Risikoprofile.

Anhang F: Glossar

Glossar

@RISK

@RISK (sprich „ät risk“) ist der Name des in diesem Benutzerhandbuch beschriebenen Risikoanalysen-Add-In für Excel.

Abhängige Variable

Eine abhängige Variable hängt in irgendeiner Form von den Werten anderer Variablen ab. Es kann z. B. sein, dass der Wert einer unbestimmten abhängigen Variable in Form einer Funktion anderer unbestimmter Modellvariablen aus einer Gleichung berechnet wird. Es ist aber auch möglich, dass die abhängige Variable aus einer Verteilung erhoben wird, und zwar auf Basis einer Zufallszahl, die mit einer anderen Zufallszahl, die zur Probenerhebung bei einer unabhängigen Variable verwendet wird, in Korrelation steht.
Siehe „Unabhängige Variable“

Abneigung

Siehe „Risikoabneigung“

Ausgangszahl

„Ausgangszahl“ ist eine Ziffer, durch welche die Auswahl der Zufallswerte initialisiert wird. Bei gleicher Ausgangszahl wird bei jeder Simulation die gleiche Serie von Zufallswerten generiert.
Siehe „Zufallswertegenerator“

Bereich

„Bereich“ ist der Absolutunterschied zwischen Maximal- und Minimalwert in einem Wertesatz. Der Bereich ist das einfachste Maß für die Streuung oder das Risiko in einer Verteilung.

Deterministisch

Der Begriff „deterministisch“ weist darauf hin, dass ein gegebener Wert oder eine gegebene Variable mit keiner Unbestimmtheit verknüpft ist.
Siehe „Stochastisch, Risiko“

Diskontinuierliche Verteilung

Eine diskontinuierliche Verteilung ist eine Wahrscheinlichkeitsverteilung, bei der nur eine endliche Anzahl von diskreten Werten zwischen dem Minimum und dem Maximum möglich ist.
Siehe „Kontinuierliche Verteilung“

Ereignis

Dieser Begriff bezieht sich auf ein Resultat oder eine Gruppe von Resultaten, die sich aus einem bestimmten Vorgang ergeben könnten. Wenn es sich bei einem Vorgang z. B. um einen Schuss aufs Fußballtor handelt, könnten die möglichen Ereignisse evtl. aus „Tor", „Latte", „Ecke", „Elfmeter" usw. bestehen.

Erwarteter Wert

Siehe „Mittelwert"

Häufigkeits-verteilung

Häufigkeitsverteilung nennt man in @RISK die Ausgabe-Wahrscheinlichkeitsverteilungen und die Eingabe-Histogrammverteilungen (HISTOGRM). Eine Häufigkeitsverteilung wird aus Daten aufgebaut, und zwar durch Anordnung von Werteklassen und durch Darstellung der Auftretenshäufigkeit in einer Klasse mittels Balkenhöhe. Die Auftretenshäufigkeit entspricht der Wahrscheinlichkeit.

Höchstwahrschein-lichkeitswert

Der Höchstwahrscheinlichkeitswert oder Modus ist der Wert, der in einem Satz von Werten am häufigsten auftritt. In einem Histogramm und in einer Ergebnisverteilung handelt es sich dabei um den Mittelwert der Klasse oder des Balkens mit der höchsten Wahrscheinlichkeit.

Höhere Momente

Höhere Momente sind Statistiken einer Wahrscheinlichkeitsverteilung. Dieser Begriff bezieht sich meistens auf die „Schiefe" und „Wölbung", d. h. auf das dritte bzw. vierte Moment. Beim ersten und zweiten Moment handelt es sich um den Mittelwert und die Standardabweichung.
Siehe „Schiefe", „Wölbung", „Mittelwert", „Standardabweichung"

Iteration

Eine Iteration besteht aus einer Modellneuberechnung während einer Simulation. Die Simulation besteht aus vielen Neuberechnungen oder Iterationen. Bei jeder Iteration wird jeweils eine Werteprobe aus allen unbestimmten Variablen erhoben, und zwar in Übereinstimmung mit den Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Variablen. Anschließend wird das Modell unter Verwendung dieser Zufallswerte neu berechnet.
Wird auch „Simulationsversuch" genannt

Kontinuierliche Verteilung

Eine Wahrscheinlichkeitsverteilung, bei der jeder Wert zwischen dem Minimum und dem Maximum möglich ist (endliche Wahrscheinlichkeit).
Siehe „Diskontinuierliche Verteilung"

Latin Hypercube

Latin Hypercube ist eine relativ neue geschichtete Probenerhebungsmethode, die beim Modellieren von Simulationen verwendet wird. Durch die geschichtete Probenerhebungsmethode (im Gegensatz zur Monte Carlo-Methode) wird die Konvergenz einer Verteilung meistens durch eine geringere Anzahl von Werteproben erreicht bzw. erzwungen.
Siehe „Monte Carlo“

Mittelwert

Der Mittelwert eines Wertesatzes ist die Summe aller Werte im Satz, dividiert durch die Gesamtanzahl der Satzwerte.
Synonym: Erwarteter Wert

Monte Carlo

Der Name „Monte Carlo“ bezieht sich auf die traditionelle Probenerhebung aus Zufallsvariablen in der Simulationsmodellierung. Die Werteproben werden vollkommen willkürlich quer über den Bereich der Verteilung ausgewählt. Aus diesem Grunde ist eine große Anzahl von Werteproben erforderlich, um sehr „schiefe“ oder auseinandergezogene Verteilungen konvergent zu machen.
Siehe „Latin Hypercube“

Objektives Risiko

Objektives Risiko oder objektive Wahrscheinlichkeit bezieht sich auf einen Wahrscheinlichkeitswert oder eine Wahrscheinlichkeitsverteilung, die durch einen „objektiven“ Beweis oder eine akzeptierte Theorie bestimmt wird. Die Wahrscheinlichkeiten eines objektiven Risikos sind immer genau bekannt.
Siehe „Subjektives Risiko“

Perzentil

Ein Perzentil ist ein Inkrement der Datensatzwerte. Durch Perzentile werden die Daten in 100 gleiche Teile aufgeteilt, wobei jedes Perzentil dann 1% der Gesamtwerte enthält. Beim 60. Perzentil handelt es sich z. B. um den Wert im Datensatz, der 60% der Werte unter sich und 40% der Werte über sich hat.

Priorität

„Priorität“ bezieht sich auf die Auswahlen, die ein Benutzer bei einer Entscheidung oder Beschlussfassung trifft. Das Risiko ist z. B. ein wichtiger Prioritätsfaktor.
Siehe „Risikoabneigung“

Risiko

Der Begriff „Risiko“ bezieht sich auf die Unbestimmtheit oder Veränderlichkeit im Resultat eines Ereignisses oder einer Entscheidung. In vielen Fällen kann der Ergebnisbereich sowohl Verlustresultate (die somit unerwünscht sind) als auch Gewinnresultate (die somit erwünscht sind) enthalten. Der Ergebnisbereich ist oft mit den Auftretenswahrscheinlichkeitsniveaus verknüpft.

Risikoabneigung

„Risikoabneigung“ bezieht sich auf einen allgemeinen Charakterzug von Personen, die dem Risiko generell abgeneigt sind. Bei zunehmenden Gewinnmöglichkeiten und zunehmenden Risiken wird solch eine Person wahrscheinlich nicht den Weg zum höheren Gewinn einschlagen, um das damit verbundene Risiko zu vermeiden. Es wird gewöhnlich angenommen, dass vernünftige Leute eine gewisse Risikoabneigung zeigen, obwohl der Grad dieser Abneigung von Person zu Person sehr unterschiedlich sein kann. Es gibt Situationen oder Bereiche hoher Gewinnmöglichkeiten, bei denen solche Personen vielleicht ins Gegenteil umschlagen und sehr risikofreudig werden.

Risikoanalyse

„Risikoanalyse“ ist ein allgemeiner Begriff für Methoden, mit denen das Risiko in für Sie interessanten Situationen untersucht und besser verstanden werden kann. Diese Methoden können quantitativer und/oder qualitativer Natur sein. In @RISK wird die quantitative Methode verwendet, die allgemein „Simulation“ genannt wird.
Siehe „Simulation“

Schiefe

„Schiefe“ ist ein Formmaß für eine Verteilung. Schiefe kennzeichnet den Grad der Asymmetrie in einer Verteilung. Schiefe Verteilungen haben mehr Werte auf der einen als auf der anderen Seite des Höchstwahrscheinlichkeitswertes. Eine Schiefe von 0 kennzeichnet eine symmetrische Verteilung, während eine negative Schiefe bedeutet, dass die Verteilung nach links „abgeschrägt“ ist. Entsprechend wird durch eine positive Schiefe angezeigt, dass die Verteilung nach rechts „abgeschrägt“ ist.
Siehe „Wölbung“

Simulation

Die Simulation ist eine Methode, durch die ein Modell, wie z. B. ein Excel-Arbeitsblatt, wiederholt berechnet wird, und zwar jedesmal mit einem anderen Eingabewert. Auf diese Weise soll eine komplette Darstellung aller möglichen Szenarios erreicht werden, die evtl. in einer unbestimmten Situation auftreten könnten.

Standard-abweichung

Die Standardabweichung ist ein Maß für die Streuung der Werte in einer Verteilung. Die Standardabweichung ist gleich der Quadratwurzel der Varianz.
Siehe „Varianz“

Stutzung

„Stutzen“ nennt man den Vorgang, durch den der Benutzer einen Minimum-Maximum-Bereich für eine Zufallsvariable auswählt, der sich von dem durch den Verteilungstyp der Variable angegebenen Bereich unterscheidet. Eine gestutzte Verteilung hat einen kleineren Bereich als eine nicht gestutzte Verteilung, weil das Stutz-Minimum größer als das Verteilungs-Minimum und/oder das Stutz-Maximum kleiner als das Verteilungs-Maximum ist.

Stochastisch

„Stochastisch“ ist ein Synonym für unbestimmt oder riskant.
Siehe „Risiko“ und „Deterministisch“

Subjektives Risiko

Als subjektives Risiko oder subjektive Wahrscheinlichkeit bezeichnet man einen Wahrscheinlichkeitswert oder eine Wahrscheinlichkeitsverteilung, die von einer Person auf Basis von persönlichem Wissen, Fachkenntnissen und Erfahrung festgelegt worden ist. Oft ändern sich diese Schätzungen durch das Bekanntwerden von neuen Informationen. Vernünftige Personen können evtl. unterschiedlicher Meinung über solche Schätzungen sein.
Siehe „Objektives Risiko“

Summenhäufig-keitsverteilung

„Summenhäufigkeitsverteilung“ ist der Begriff, der für die Ausgabe- und Eingabesummenverteilungen in @RISK verwendet wird. Eine Summenverteilung wird durch das Summieren der Häufigkeit (d. h. durch die progressive Balkenerhöhung) quer über den Bereich einer Häufigkeitsverteilung erstellt. Bei einer Summenverteilung kann es sich um eine „aufwärts geneigte“ Kurve handeln, bei der durch die Verteilung die Wahrscheinlichkeit eines Wertes beschrieben wird, der kleiner als oder gleich einem Variablenwert ist. Eine Summenkurve kann aber auch aus einer „abwärts geneigten“ Kurve bestehen, bei der die Verteilung dann die Wahrscheinlichkeit eines Wertes beschreibt, der größer als oder gleich einem Variablenwert ist.
Siehe „Summenverteilung“

Summenverteilung

Eine Summenverteilung oder Summenverteilungsfunktion besteht aus einer Reihe von Punkten, die jeweils mit dem Integral einer Wahrscheinlichkeitsverteilung übereinstimmen, angefangen mit dem Minimalwert bis zum Wert, welcher der Zufallsvariablen zugeordnet ist.
Siehe „Summenhäufigkeitsverteilung, Wahrscheinlichkeitsverteilung“

Übersichts-diagramm

Bei einem Übersichtsdiagramm handelt es sich in @RISK um eine Ausgabegrafik, durch welche die Simulationsergebnisse für einen Zellbereich in einem Excel-Arbeitsblatt dargestellt werden. Das Übersichtsdiagramm fasst die Basisverteilungen für die einzelnen Zellen zusammen, indem die Tendenz des Mittelwertes und des oberen und unteren Wertes angezeigt wird. Beim oberen und unteren Wert handelt es sich standardmäßig um das 10. Und 90. Perzentil.

Unabhängige Variable

Eine unabhängige Variable hängt in keiner Weise von den Werten irgendeiner anderen Variablen ab. Der Wert einer unbestimmten unabhängigen Variablen wird durch das Erheben einer Werteprobe aus der entsprechenden Verteilung bestimmt. Im Modell wird diese Werteprobe ganz unabhängig vom Zufallswert irgendeiner anderen Variablen erhoben.
Siehe „Abhängige Variable"

Unbestimmtheit

Siehe „Risiko"

Variable

Eine Variable ist eine grundlegende Modellkomponente, die mehr als einen Wert annehmen kann. Wenn der tatsächlich auftretende Wert nicht mit Bestimmtheit angegeben werden kann, wird die Variable als unbestimmt bezeichnet. Eine Variable (bestimmt oder unbestimmt) kann entweder abhängig oder unabhängig sein.
Siehe „Abhängige Variable" und „Unabhängige Variable"

Varianz

„Varianz" ist ein Maß für die Wertestreuung in einer Verteilung. Anders ausgedrückt: Durch die Varianz wird das Risiko in der Verteilung angezeigt. Die Varianz wird als Durchschnitt der ins Quadrat erhobenen Mittelwertabweichungen berechnet. Durch die Varianz werden „Ausreißer" mit einem vom Normalen abweichenden Bewertungsfaktor belegt. Bei „Ausreißern" handelt es sich um Werte, die sehr weit entfernt vom Mittelwert liegen. Die Varianz ist das Quadrat der Standardabweichung.

Versuch

„Versuch" ist ein anderer Ausdruck für Iteration.
Siehe „Iteration"

Wahrscheinlichkeit

„Wahrscheinlichkeit" bezieht sich darauf, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert oder Ereignis auftreten wird. Die Wahrscheinlichkeit kann an Hand der Simulationsdaten in Form von Häufigkeit gemessen werden, und zwar durch Berechnung der Auftretens-Instanzen des Wertes oder Ereignisses, dividiert durch die Gesamthäufigkeit. Diese Berechnung ergibt einen Wert zwischen 0 und 1, der dann in einen Prozentsatz umgerechnet werden kann, indem man ihn mit 100 multipliziert.
Siehe „Häufigkeitsverteilung", „Wahrscheinlichkeitsverteilung"

Wahrscheinlichkeitsverteilung

„Wahrscheinlichkeitsverteilung" oder „Wahrscheinlichkeitsdichte" ist der statistische Ausdruck für eine Häufigkeitsverteilung, die aus einem unendlich großen Wertesatz erstellt worden ist, in dem die Klassengröße unendlich klein ist.
Siehe „Häufigkeitsverteilung"

Werteprobe

Siehe „Zufallswerteprobe"

Wölbung

Unter Wölbung versteht man die Form einer Verteilung. Durch die Wölbung wird angezeigt, wie flach oder steil die Verteilung ist. Je größer der Wölbungswert, desto steiler ist die Verteilung.
Siehe „Schiefe“

Zufallswerte-generator

Dieser Begriff bezieht sich auf einen Algorithmus zur Auswahl von Zufallszahlen, meistens im Bereich von 0 bis 1. Diese Zufallszahlen entsprechen den Werteproben, die aus der Verteilung UNIFORM mit einem Minimum von 0 und einem Maximum von 1 erhoben werden. Solche Zufallszahlen sind die Basis für andere Routinen, durch welche diese Zufallszahlen in Werteproben konvertiert werden, die aus bestimmten Verteilungstypen erhoben werden.
Siehe „Zufallswert“, „Ausgangszahl“

Zufallswerteprobe

Eine Zufallswerteprobe ist ein Wert, der aus einer Wahrscheinlichkeitsverteilung erhoben wurde, die eine Zufallsvariable beschreibt. Solch eine Werteprobe wird willkürlich in Übereinstimmung mit einem Probenerhebungs-Algorithmus erhoben. Die Häufigkeitsverteilung, die aus einer großen Anzahl von durch den Algorithmus erhobenen Zufallswerten aufgebaut ist, wird ungefähr der Wahrscheinlichkeitsverteilung entsprechen, für die der Algorithmus entworfen wurde.

Anhang G: Empfohlene Lektüre

Lektüre nach Kategorien

Das Benutzerhandbuch für @RISK hat Sie bereits mit den grundlegenden Konzepten der Risikoanalyse und -simulation vertraut gemacht. Wenn Sie jedoch daran interessiert sind, mehr über die Risikoanalysenmethode und deren Theorie zu erfahren, gibt es verschiedene Bücher und Artikel, die sich speziell mit verschiedenen Bereichen der Risikoanalyse befassen.

Einführung in die Risikoanalyse

Wenn die Risikoanalyse etwas Neues für Sie ist oder wenn Sie nach weiteren Hintergrundinformationen über diese Methode suchen, sind die folgenden Bücher und Artikel zu empfehlen:

* Clemen, Robert T. and Reilly, Terrence. Making Hard Decisions with DecisionTools: Duxbury Thomson Learning, 2000.

Hertz, D.B. „Risk Analysis in Capital Investment“: HBR Classic, Harvard Business Review, September/Oktober 1979, Seite 169-182. 169-182. 169-182.

Hertz, D.B. und Thomas, H. Risk Analysis and Its Applications: John Wiley & Sons, New York, NY, 1983.

Megill, R.E. (Hrsg.). Evaluating and Managing Risk: PennWell Books, Tulsa, OK, 1984.

Megill, R.E. An Introduction to Risk Analysis, 2nd Ed.: PennWell Books, Tulsa, OK, 1985.

Morgan, M.Granger and Henrion, Max, mit einem Kapitel von Mitchell Small. Uncertainty: Cambridge University Press, 1990.

Newendorp, Paul und Schuyler, John, Decision Analysis for Petroleum Exploration, 2nd Ed.: Planning Press, Aurora, Colo., 2000.

Raiffa, H. Decision Analysis: Addison-Wesley, Reading, Mass., 1968.

*Winston, Wayne und Albright, Christian. Practical Management Science, 2nd Ed: Duxbury Thomson Learning, Pacific Grove, CA, 2000.

Verteilungsanpassung

Falls Sie an weiteren Einzelheiten über die Verteilungsanpassung interessiert sind, empfehlen wir Ihnen folgende Bücher:

* Groebner, David F. und Shannon, Patrick W. Business Statistics: A Decision-Making Approach, 4th ed.: Macmillan Publishing Company, New York, NY, 1993.

* Law, Averill M. und Kelton, David. Simulation Modeling and Analysis, 2nd ed.: McGraw-Hill, New York, NY, 1991.

* Walpole, Ronald E. und Myers, Raymond H. Probability and Statistics for Engineers and Scientists, 5th ed.: Macmillan Publishing Company, New York, NY, 1993.

Verteilungsfunktionen

Zusätzliche Informationen über die Verteilungsfunktionen, die in *BestFit*, der Verteilungsanpassungs-Software von @RISK, Verwendung finden, sind in folgender Lektüre zu finden:

* Evans, Merran, Nicholas Hastings und Brian Peacock. *Statistical Distributions*, 2nd ed: John Wiley & Sons, Inc, New York, NY, 1993.

Technische Unterlagen über Simulation und „Monte Carlo"-Methode

Wenn Sie an eingehenden technischen Unterlagen über Simulation, Probenerhebungsmethoden und Statistiktheorie interessiert sind, finden Sie möglicherweise unter folgenden Büchern das Richtige:

Iman, R. L., Conover, W.J. „A Distribution-Free Approach To Inducing Rank Correlation Among Input Variables": Commun. Statist.-Simula. Computa.(1982) 11(3), 311-334

* Law, A.M. und Kelton, W.D. Simulation Modeling and Analysis: McGraw-Hill, New York, NY, 1991,1982, 2000.

*Oakshott, Les. Business Modeling and Simulation: Pitman Publishing, London, 1997.

*Ragsdale, Cliff T. Spreadsheet Modeling and Decision Analysis: ITP Thomson Learning, 1998.

Rubinstein, R.Y. Simulation and the Monte Carlo Method: John Wiley & Sons, New York, NY, 1981.

*Vose, David. Quantitative Risk Analysis: John Wiley & Sons, New York, NY, 2000.

Technische Unterlagen über die Probenerhebungsmethode „Latin Hypercube“

Wenn Sie mehr über die verhältnismäßig neue Probenerhebungsmethode „Latin Hypercube“ wissen möchten, empfehlen wir eine der folgenden Lesequellen:

Iman, R.L., Davenport, J.M., und Zeigler, D.K. „Latin Hypercube Sampling (A Program Users Guide)“: Technical Report SAND79-1473, Sandia Laboratories, Albuquerque (1980).

Iman, R.L. und Conover, W.J. „Risk Methodology for Geologic Disposal of Radioactive Waste: A Distribution – Free Approach to Inducing Correlations Among Input Variables for Simulation Studies“: Technical Report NUREG CR 0390, Sandia Laboratories, Albuquerque (1980).

McKay, M.D, Conover, W.J., und Beckman, R.J. „A Comparison of Three Methods for Selecting Values of Input Variables in the Analysis of Output from a Computer Code“: Technometrics (1979) 211, 239-245.

Startzman, R. A. und Wattenbarger, R.A. „An Improved Computation Procedure for Risk Analysis Problems With Unusual Probability Functions“: SPE Hydrocarbon Economics and Evaluation Symposium Proceedings, Dallas (1985).

Beispiele und Fallstudien zur Risikoanalyse

Die folgende Lektüre befasst sich mit Fallstudien unter Verwendung der Risikoanalyse in Alltagssituationen:

Hertz, D.B. und Thomas, H. Practical Risk Analysis - An Approach Through Case Histories: John Wiley & Sons, New York, NY, 1984.

* Murtha, James A. Decisions Involving Uncertainty, An @RISK Tutorial for the Petroleum Industry: James A. Murtha, Houston, Texas, 1993.

*Nersesian, Roy L. @RISK Bank Credit: Roy L. Nersesian, 1998.

Newendorp, P.D. Decision Analysis for Petroleum Exploration: Petroleum Publishing Company, Tulsa, Okla., 1975.

Pouliquen, L.Y. „Risk Analysis in Project Appraisal“: World Bank Staff Occasional Papers Number Eleven. John Hopkins Press, Baltimore, MD, 1970.

* Trippi, Robert R. und Truban, Efraim. Neural Networks: In Finance and Investing: Probus Publishing Co., 1993.

*Winston, Wayne. Financial Models Using Simulation and Optimization: Palisade Corporation, 1998.

*Winston, Wayne und Albright, Christian. Practical Management Science: ITP Thomson Learning, 1997.

*Winston, Wayne. Spreadsheet Modeling: ITP Thomson Learning, 1996.

** Diese Bücher können durch Palisade Corporation bezogen werden, und zwar können Sie Ihre Bestellung unter folgender Telefonnummer aufgeben: +1-607-277-8000; Fax - 607-277-8001. Sie können aber auch schriftlich bestellen oder weitere Informationen über die genannten oder andere diesbezügliche Bücher einholen. Die technische Verkaufsabteilung von Palisade Corporation kann auch über E-Mail angeschrieben werden, und zwar unter folgender Adresse: sales@palisade.com oder über das Internet unter http://www.palisade.com.*

Index

@

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

W

Z